



AVALIAÇÃO DA HOMOGENEIDADE DA DIETA COMPLETA (UNIFEED) PARA VACAS LEITEIRAS

Marta Isabel Marques O'Connor Shirley

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Zootécnica – Produção Animal

Orientador: Dr. José Júlio Alfaro Cardoso Carreira da Cunha

Co-Orientador: Doutor José Pedro da Costa Cardoso de Lemos

Júri:

Presidente: Doutora Luísa Almeida Lima Falcão e Cunha, Professora associada ISA/UTL

Vogais: Doutora Arminda da Conceição C. Martins Bruno-Soares, Investigadora Principal
ISA/UTL

Doutor Rui José Branquinho de Bessa, Professor associado FMV/UTL

LISBOA, 2009

Agradecimentos

Ao Doutor José Cardoso Lemos, por toda a ajuda, disponibilidade, simpatia, revisão do trabalho e toda a paciência que teve para me aturar.

Ao Dr. José Júlio Alfaro pela simpatia e disponibilidade quando requisitada e por permitir a minha estadia na vacaria.

À Doutora Luísa Falcão e Cunha, por permitir a realização, em parte, da componente prática deste trabalho e todas as ajudas à posteriori. A todas as pessoas que trabalham no laboratório Paes de Azevedo no ISA, em especial à D. Lígia.

Dito em seguida todas as pessoas as quais devo um muito obrigado, na vacaria, em especial ao Dr. Nuno e ao Dr. Alface (pela ajuda e riso), e restantes trabalhadores.

À Engenheira Maria José, que chateei muito, mas que me ajudou imenso na realização da parte prática no laboratório da FMV.

À minha querida colega, Joana Ribeiro, por tudo, por tudo mesmo, e não é pouco, que ajudou-me mais vezes que devia, e que estou eternamente grata.

Relativamente à componente psicológica, e não só, tenho mesmo que realçar a minha querida colega, Sara Jorge, pela paciência, compreensão e ajuda, sempre que precisei.

Ao Sr. Engenheiro Jerónimo Pinto da Eurocereal por permitir a minha presença na fabrica e pela simpatia, disponibilidade e ajuda.

Ao meu querido Pai, por ter lido a revisão bibliográfica.

Ao meu namorado pelo apoio e ajuda, e a todos os meus amigos.

A todas as vacas.

A todos que me ajudaram e apoiaram, o meu muito obrigada!!

Resumo

A dieta completa (MS=53,3%, PB=27,4%) foi formulada de modo a cobrir as exigências nutricionais de vacas *Holstein* que produzem em média 25,8 kg de leite por dia. Com o objectivo de avaliar a homogeneidade da dieta completa, quer em termos de composição química quer de granulometria, foram recolhidas 8 amostras de alimento ao longo das manjedouras em 4 dias, perfazendo na totalidade 32 amostras. Cada amostra foi sujeita à determinação da composição química (MS, PB, NDF, ADF e ADL) e à avaliação da granulometria usando um 'Penn State Particle Separator' (*PSPS*) composto por 3 crivos (diâmetro com 19, 8 e 1 mm) e um fundo. Foi também analisado cada alimento da dieta individualmente (MS, PB, NDF, ADF e ADL).

A composição química verificou-se homogénea ao longo do ensaio, apesar das pequenas alterações no teor de MS e de ADL, para os dias de ensaio, embora irrelevantes. Verificou-se um efeito importante do dia de recolha na granulometria da dieta, mas a diferença entre parques foi pequena.

Palavras Chave: vaca leiteira, dieta completa, granulometria, composição química

Abstract

The TMR (DM = 53.3%, CP = 27.4%) was formulated to meet the nutritional needs of the Holstein dairy cows producing on average 25.8 kg of milk per day. Eight samples of diet were collected on 4 days during the period of experimentation, making in all 32 samples. Each sample was subject to the determination of chemical composition (DM, CP, NDF, ADF and ADL) and the size of particles using the Penn State Particle Separator (PSPS) composed of 3 sieves (diameter 19, 8 and 1 mm) and a bottom. It is also examined each individual feed in the diet.

The chemical composition was uniform throughout the test, with small changes in levels of MS and ADL, in the days of testing, but irrelevant. Changes in particle size were observed in all fractions of the diet during the days of testing, although differences between pens were small.

Key words: dairy cow, TMR, particle size, chemical composition

Abstract

The feed management is very important in animal nutrition, specifically in farm animals. The diet supplements usually associated with high milk yield of cows is often used also by the ease of their management.

This work studied the homogeneity of the TMR designed for Holstein dairy cows using an horizontal mixer wagon, by chemical composition (DM, CP, NDF, ADF and ADL) and particle size (sieve with 19, 8, 1 mm and bottom) to ensure that meets their nutritional needs. Also the nutritional parameters (DM, CP, NDF, ADF and ADL) were studied for the feed constituents in the diet: corn silage, alfalfa hay, tomato pomace and compound feed.

For this study feed from 3 pens which contain the same diet consisting for 226 cows was analyzed. Samples of the diet were taken in for 4 days (not consecutive) in the beginning and end of each pen, while in the pen 2 and 3 were also sampled in the middle, after distribution of the morning diet.

On the chemical composition of the diet, there are only significant variations in levels of DM and ADL, taking into account the day of trial, without these differences result in bad diets formulated or processed. These changes may be due to the quantity of tomato incorporated in the diet (high moisture).

Compared to the previously formulated diet, the results indicate that the DM and CP are slightly lower; the values proposed by NRC (2001) for NDF are below the values obtained, while the percentage of ADF is in agreement with the expected.

On the study of the ingredients of the diet, there are specific nutritional differences compared with reference values, but in a general rule, feeds in the diet for the parameters under study are within the specified limits.

The results of the particle size of the diet showed significant differences in all size classes for the days of testing, including also the particles between 1 to 8 mm in view of the pens of the test.

In D1, the percentage of particles between 1 to 8 mm is higher than expected, with other classes within the size limits. The reduction of particles retained in sieve of 8 mm, and an increase in the sieve of 1 mm in D2, can be explain by the mixing time practiced. Overall, the proportion of particles 8-19 mm were under and particles 1-8 mm were above the recommended values. In the last day of testing, the higher processing time of the forage may have led to reduction of particles with size > 19 mm, leading to only the particles < 1 mm were in appropriate proportions.

The differences occurred between pens were small and could be a consequence of the distance between pens and the path irregular used by SRMDR.

On average the size fractions ranging from 1 to 8 mm to 19 mm and 8 are not in

agreement with the expected. The particles retained in sieve of 1 mm are at higher percentage, whereas fractions retained in the sieve with 8 mm are lower.

Key words: dairy cow, TMR, particle size, chemical composition

Índice geral

I. Introdução e Objectivos.....	Pág. 1
II. Revisão Bibliográfica.....	Pág. 3
1. Ciclo produtivo e balanço energético da vaca leiteira de elevada produção.....	Pág. 3
2. Importância da matéria seca ingerida.....	Pág. 7
3. Importância da fibra da dieta.....	Pág. 10
4. Importância da granulometria e suas particularidades na dieta.....	Pág. 13
4.1. Medição da granulometria da dieta.....	Pág. 16
5. Dieta completa.....	Pág. 18
5.1. Definição, vantagens e desvantagens.....	Pág. 18
5.2. Processamento e distribuição da dieta completa.....	Pág. 20
5.2.1. Mistura.....	Pág. 20
5.2.2. Factores que influenciam a mistura.....	Pág. 21
III. Materiais e Métodos.....	Pág. 25
1. Caracterização do efectivo.....	Pág. 25
1.1. Animais.....	Pág. 25
1.2. Escolha dos parques para a recolha das amostras.....	Pág. 26
1.3. Maneio alimentar.....	Pág. 26
1.4. Caracterização dos alimentos utilizados.....	Pág. 27
2. Caracterização das instalações.....	Pág. 27

3. Caracterização do equipamento.....	Pág. 28
4. Recolha de amostras.....	Pág. 29
5. Métodos analíticos.....	Pág. 32
5.1. Determinação da Matéria Seca.....	Pág. 32
5.2. Determinação da Proteína Bruta.....	Pág. 33
5.3. Determinação sequencial da fibra pelo método dos detergentes.....	Pág. 33
5.4. Determinação da granulometria.....	Pág. 33
5.5. Tratamento estatístico.....	Pág. 33
IV. Resultados e Discussão.....	Pág. 34
1. Composição individual dos ingredientes da dieta.....	Pág. 34
2. Composição química da dieta completa.....	Pág. 36
3. Granulometria da dieta completa.....	Pág. 39
V. Conclusões.....	Pág. 43
Bibliografia.....	Pág. 44
Anexo.....	Pág. 55

Índice de quadros

Quadro II.1 –	Influência do teor de MS do alimento no tempo de mastigação	Pág. 7
Quadro II.2 –	Recomendações das concentrações na MS do alimento de NDF, de ADF e de hidratos de carbono não fibrosos (NFC) de dietas para vacas leiteiras quando alimentadas com uma dieta completa, com forragens com tamanho partícula adequado e o milho como a principal fonte de amido.....	Pág. 11
Quadro II.3 –	Quantidade recomendada para a granulometria de dieta do tipo <i>TMR</i> tendo em conta o tamanho dos crivos de <i>PSPS</i>	Pág. 16
Quadro II.4 –	Recomendações para a granulometria de dietas do tipo <i>TMR</i> , avaliada com o <i>PSPS</i> com três crivos	Pág. 17
Quadro III.1 –	Ordem de carregamento dos alimentos, respectivo tempo gasto no carregamento (e processamento) e tempo gasto total tempos utilizados na incorporação dos alimentos no interior do vagão do SRMDR.....	Pág. 30
Quadro IV.1 –	Composição química dos alimentos analisados e valores reportados pelas tabelas do NRC (2001), FEDNA (2003) e Campos <i>et al.</i> (2007) para a composição da dieta.....	Pág. 35
Quadro IV.2 –	Médias e respectivos erros padrões (e.p.m.) dos teores em MS, PB, NDF, ADF e ADL da dieta completa em função do dia de recolha da amostra e do parque.....	Pág. 37
Quadro IV.3 –	Médias e respectivos e.p.m. da granulometria da dieta completa em função do dia de recolha de amostras.....	Pág. 39
Quadro IV.4 –	Médias e respectivos e.p.m. da granulometria da dieta completa em função do parque.....	Pág. 41

Índice de figuras

Figura I.1 –	Evolução da produção de leite/vaca/lactação desde 1959 até 2004.....	Pág. 1
Figura II.1 –	Evolução da curva de lactação, do PV e da MSI.....	Pág. 4
Figura II.2 –	Balanço energético durante a lactação.....	Pág. 5
Figura II.3 –	Influência da granulometria.....	Pág. 14
Figura II.4 –	Aspecto da dieta completa.....	Pág. 23
Figura III.1 –	Tractor agrícola Case III MX110 e SRMDR – Titan Mutti.....	Pág. 29
Figura III.2 –	Operação de carregamento dos alimentos através do carregador telescópico.....	Pág. 29
Figura III.3 –	Percurso realizado pelo tractor e SRMDR na distribuição da dieta completa pelos 3 parques escolhidos para o ensaio. Locais assinalados com (x) indicam pontos de recolha das amostras...	Pág. 31
Figura IV.1 –	Comparação da variação dos limites propostos por Heinrichs e Kononoff (2002) para o PSPS com os resultados obtidos tendo em conta o dia de recolha de amostras.....	Pág. 40

Abreviaturas e símbolos frequentemente utilizados

% – percentagem

> – maior que

< – menor que

ADF – *Acid Detergent Fiber* – Fibra Ácido-Detergente

ADL – *Acid Detergent Lignin* – Lenhina Ácido-Detergente

AGV – Ácidos Gordos Voláteis

ASAE - *Standard S424 of the American Society of Agricultural Engineers*

CI – Capacidade de ingestão

cm - centímetro

eNDF – effective NDF – associado ao NDF efectivo

e.p.m. – erro padrão médio

FEDNA

g – grama

GnRH – Hormona de Libertação das Gonadotrofinas

HP – *horse power* – cavalo-vapor

h - hora

Hz – hertz

kg – quilograma

kW – quilowatt

L – litro

m – metro

MD – Misturador-Distribuidor

min – minuto

mm – milímetro

MS – Matéria Seca

MSI – Matéria Seca Ingerida

NDF – *Neutral Detergent Fiber* – Fibra Neutro-Detergente

n – Número de amostras

NP – Norma Portuguesa

NRC – *National Research Council*

NSC – *Nonstructural Carbohydrate* – Hidratos de Carbono Não Estruturais

P – Probabilidade

PB – Proteína Bruta

PEF – *Physically Effective Factor* – associado ao Factor Fisicamente Efectivo
peNDF – physically effective NDF – associado ao NDF fisicamente efectivo
PSPS – *Penn Separator Particle Size*
PV – Peso Vivo
RDP – *Ruminally Degraded Protein* – Proteína Degradável no Rúmen
rpm – rotações por minuto
RUP – *Ruminally Undegraded Protein* – Proteína Não Degradável no Rúmen
SRMDR – Semi-Reboque Misturador-Distribuidor de Ração
TMR – *Total Mixed Ration* – associado à Dieta Completa

I. Introdução e Objectivos

A produção de leite de bovino constitui uma importante actividade económica no nosso País, obtendo-se não só leite para consumo mas também um conjunto alargado de produtos lácteos.

O aumento da produção de leite de vaca por lactação verificado nos últimos 50 anos (Figura I.1) foi certamente consequência de melhorias importantes em vários aspectos, dos quais se podem destacar a genética, a higiene e a sanidade, assim como do manejo alimentar. Existem hoje explorações em que a produção de leite atinge valores acima dos 14000 kg/vaca/lactação, surgindo a necessidade de desenvolver programas alimentares adequados a estes níveis produtivos (Chase, 1993), que permitam providenciar quantidades suficientes de energia, proteína e outros nutrientes para suprir as exigências nutricionais destes animais de elevado rendimento leiteiro (Tyrrel, 1980; Boland *et al.*, 2000).

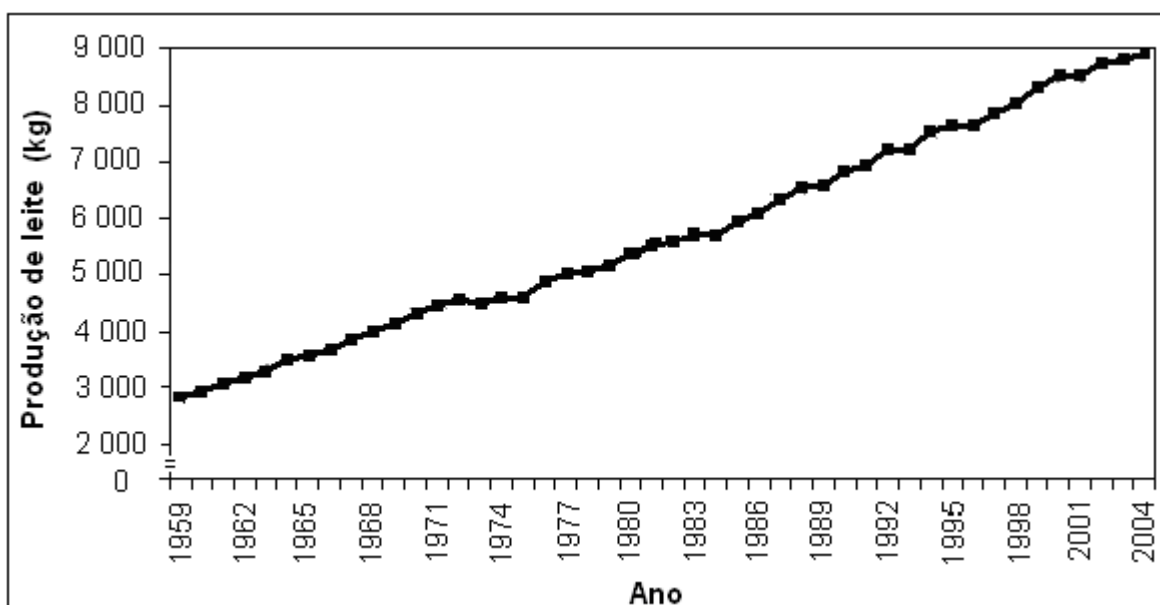


Figura I.1 – Evolução da produção de leite/vaca/lactação desde 1959 até 2004 (Adaptado de Cady (2005) cit. Eastridge (2006)).

A alimentação das vacas leiteiras assume a máxima importância nas explorações pecuárias, não apenas devido ao peso financeiro que esta representa no custo do produto final, mas também devido à influência que esta exerce sobre as performances produtivas dum efectivo leiteiro (Freitas, 2008). Nos ruminantes, o complexo processo digestivo poderá ser comparado a um encadeamento de sistemas, onde a maior parte da dieta consumida pelo animal é utilizada pela microflora presente no rúmen, que a fermenta e utiliza como

fonte de nutrientes para o seu próprio metabolismo. Os microrganismos do rúmen digerem os hidratos de carbono, sejam eles estruturais ou não, produzindo a principal fonte energética para os ruminantes, os ácidos gordos voláteis (AGV) como o ácido acético, o ácido propiónico e o ácido butírico (Boland *et al.*, 2000). A quantidade relativa de cada um dos AGV produzidos no rúmen é influenciada pelas características da dieta (Mertens, 1997), uma vez que os alimentos grosseiros levam ao aumento da produção de acetato, enquanto que alimentos concentrados induzem a produção de propionato (Boland *et al.*, 2000). Também a proteína de origem alimentar é maioritariamente utilizada no metabolismo da flora ruminal, sendo utilizada na síntese de proteína microbiana que vai ser, posteriormente, digerida e absorvida, constituindo assim a principal fonte de proteína para o animal (Boland *et al.*, 2000).

Na alimentação dos bovinos leiteiros, podem destacar-se, entre outros aspectos, a importância de proporcionar condições favoráveis à fermentação ruminal e de fornecer a quantidade de nutrientes adequada às exigências das vacas leiteiras de alta produção, que está dependente da quantidade de matéria seca ingerida (MSI) (Chase, 1993), factor de maior limitação para a produção de leite particularmente no início da lactação (Kertz *et al.*, 1991). Também a quantidade e forma de apresentação da fibra da dieta assumem uma elevada importância, dada a sua influência no regular funcionamento do rúmen e na composição do leite, nomeadamente o seu teor de gordura (NRC, 2001), aspectos que serão abordados com algum destaque na revisão bibliográfica desta dissertação.

Na prática da exploração, para fornecer uma alimentação adequada a bovinos leiteiros é fundamental assegurar que se fornece, na realidade, uma dieta equilibrada do ponto de vista nutricional, à qual todas as vacas têm acesso todos os dias, aspectos sobre os quais existe muito pouca informação colhida no terreno.

Assim, este trabalho teve como objectivos:

- através da composição química e da granulometria, analisar a homogeneidade da dieta completa para vacas leiteiras distribuída por um semi-reboque misturador-distribuidor de ração (SRMDR, vulgarmente designado *unifeed*) ao longo da manjedoura e em diferentes dias;
- Apurar se o alimento completo efectivamente fornecido aos animais corresponde, em termos nutricionais, ao formulado pela entidade responsável (Nutritécnica – Nova Técnica de Nutrição, Lda.).

II. Revisão Bibliográfica

1. Ciclo produtivo e balanço energético da vaca leiteira de elevada produção

O período de lactação dos bovinos tem uma duração média de 10 meses, podendo este período ser caracterizado graficamente por uma curva de lactação que traduz a evolução da produção diária ao longo dos 305 dias (Costa, 2003). O estudo do desempenho produtivo de vacas leiteiras assenta, fundamentalmente, na análise de três aspectos diferentes, que podem ser representadas graficamente por outras tantas curvas: a da produção de leite, a da variação do peso vivo (PV) e a da matéria seca ingerida (MSI) (Nunes, 2004), que sofrem inúmeras modificações ao longo do período de lactação (Jacobs e Hargreaves, 2002).

Segundo vários autores, o ciclo produtivo das vacas leiteiras encontra-se dividido em quatro fases: a inicial, até aos 60 dias após o parto; a média, até às 20 semanas de lactação; a tardia, até à semana 44 de lactação; e uma última fase, até ao parto, correspondente ao período seco (Figura II.1). Para outros autores, o ciclo produtivo da vaca compreende ainda uma quinta fase, designada por período de transição, correspondente aos 14 dias pré-parto (Linn *et al.*, 2002).

- Fase Inicial (até aos 60 dias após parto):

Caracteriza-se pelo aumento crescente da secreção de leite até ao pico de produção, que ocorre por volta da 5^a à 8^a semana, representado graficamente pelo ponto máximo da curva (Figura II.1); com o decorrer das semanas de lactação ocorre o acréscimo da MSI, verificando-se contudo a diminuição acentuada do PV entre o 20^o e 40^o dia.

Após o parto, devido ao rápido aumento da produção de leite, ocorre um aumento brusco e rápido nas exigências energéticas de lactação, que não são acompanhadas pela ingestão de MS que aumenta de forma mais gradual, encontrando-se o máximo de ingestão temporalmente desfasado do pico de produção (Jarrige, 1988; Woodford e Murphy, 1988; Knowlton e Nelson, 2003; Kononoff *et al.*, 2006). Isto acontece porque no final do período seco e início da lactação, as vacas têm o compartimento ruminal limitado devido à pressão exercida pelo feto, conteúdos fetais (Knowlton e Nelson, 2003) e gordura na cavidade abdominal (Jerónimo, 2008), estando o apetite limitado a 75% da sua capacidade máxima de ingestão (Jacobs e Hargreaves, 2003). A partir da 10^a à 14^a semana (após o parto) o rúmen começa então a ter capacidade de distensão (Knowlton e Nelson, 2003), permitindo um aumento da capacidade de ingestão.

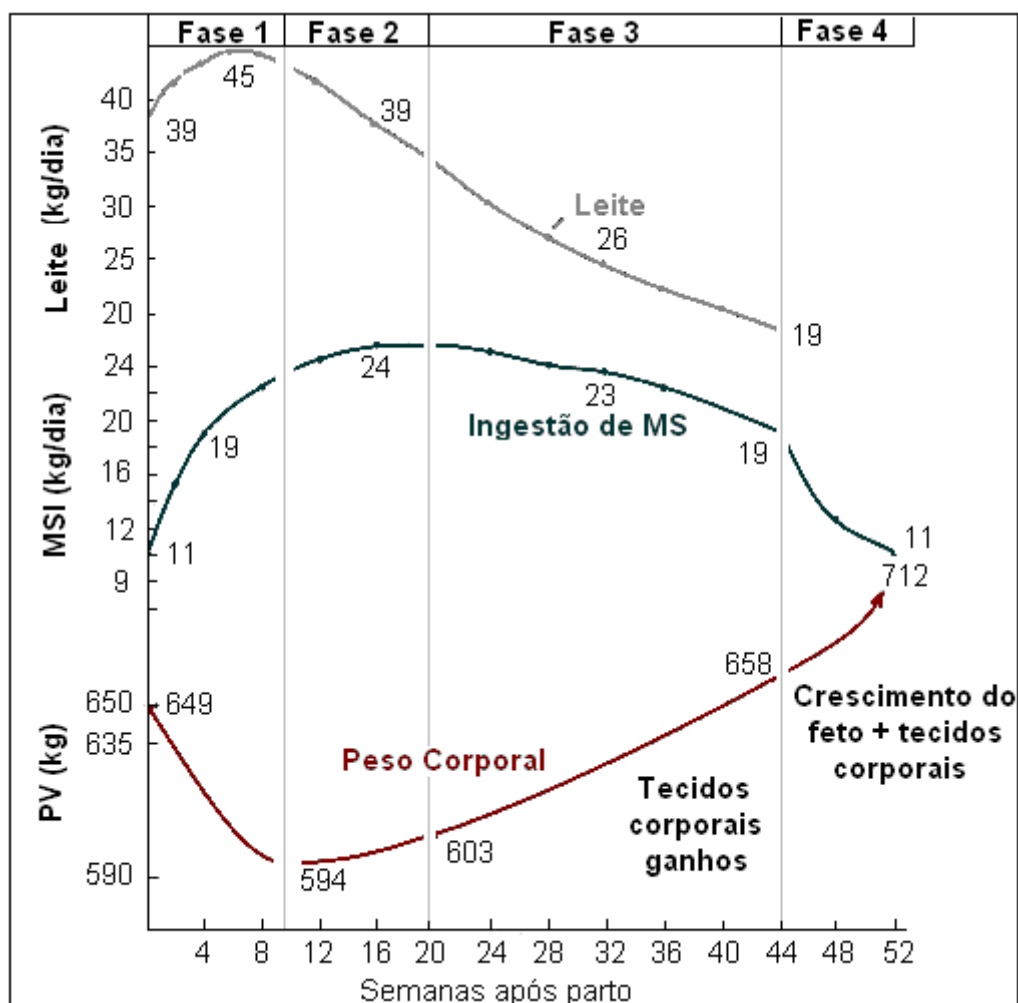


Figura II.1 – Evolução da curva de lactação, do PV e da MSI. Fase 1 – Pico de produção de leite; Fase 2 – Pico de MSI; Fase 3 – Período de restauração e Fase 4 – Período seco (adaptado de Linn *et al.*, 2002).

Deste desvio entre o pico de produção de leite e o pico de ingestão de MS resulta um balanço energético negativo, que será tanto maior quanto maior for o potencial leiteiro das vacas (Jarrige, 1988). A Figura II.2 ilustra o balanço energético negativo: enquanto a ingestão de alimentos (energia) não permitir satisfazer as exigências energéticas requeridas ocorre a mobilização das reservas corporais (Nunes, 2004).

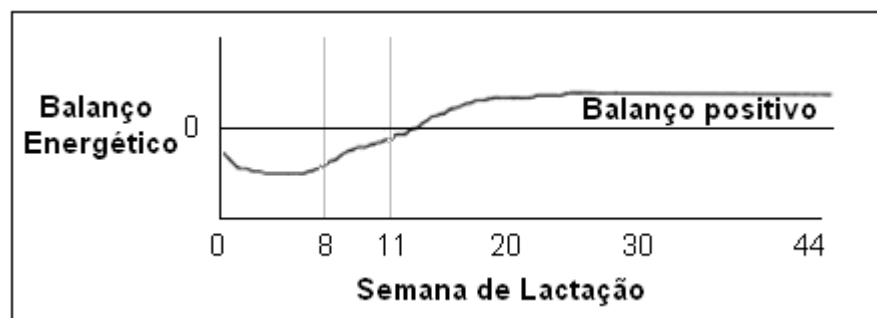


Figura II.2 – Balanço energético durante a lactação (adaptado de Keown e Kononoff, 2007).

A mobilização das reservas adiposas leva à perda de PV (entre 40 a 90 kg) e à diminuição da condição corporal (Palmquist, 1998; Linn *et al.*, 2002; Costa, 2003). As reservas lipídicas disponíveis são oxidadas e na sua maioria transportadas até à glândula mamária, sendo posteriormente incorporadas na gordura do leite (Palmquist, 1998).

- Fase Média (dos 60 aos 240 dias em lactação):

Após o pico máximo de produção, e devido ao aumento da capacidade de ingestão, as necessidades energéticas das vacas já são supridas pelo alimento ingerido (Chase, 1993), não ocorrendo mobilização de gordura para o úbere, e o balanço energético é positivo até ao final da lactação (McNarama, 1991). Durante esta fase dá-se início à fase de diminuição da produção de leite, em que a produção vai decrescendo gradualmente ao ritmo de 2,5% por semana (Nunes, 2004). A capacidade de ingestão deixa de ser um factor limitante (dado que aumenta gradualmente, até atingir o máximo cerca dos 75 dias, permitindo que o animal recupere o peso que havia perdido (Silva, 2003; Nunes, 2004).

- Fase Tardia (restantes 65 dias de lactação):

Nesta fase, tanto a produção de leite como a ingestão de MS continuam a diminuir, ocorrendo apenas a recuperação do PV e da composição corporal da vaca (Knowlton e Nelson, 2003).

- Período Seco (após período de lactação):

Após cerca de 10 meses de produção de leite, procede-se normalmente à secagem das vacas (Costa, 2003). Os restantes 60 dias, antes do ciclo reprodutivo completar um ano, são caracterizados pela diminuição inconstante da capacidade de ingestão e pelo aumento do PV, que atinge o máximo no final da gestação. É nesta fase que ocorre 60% do crescimento

do feto (Silva, 2003), estando assim as necessidades nutricionais aumentadas mas a capacidade de ingestão diminuída, devido ao volume abdominal ocupado pelo feto.

Este período é crítico do ponto de vista produtivo, sendo necessário um bom programa de secagem das vacas para possibilitar o aumento do rendimento leiteiro na lactação seguinte (Linn *et al.*, 2002).

O período de transição (14 dias pré-parto), de acordo com Linn *et al.* (2002), permite que o rúmen se adapte gradualmente à alteração da dieta, ou seja, à passagem de uma dieta fibrosa para uma dieta enriquecida energeticamente. O balanço entre os hidratos de carbono estruturais (fibra) e os hidratos de carbono não estruturais (NSC), nas dietas, será assim o principal factor responsável pelo bom desempenho das vacas no período de transição (Drackley, 2001). As dietas que contêm elevada concentração energética e baixo teor de eNDF (fibra efectiva) (Beauchemin *et al.*, 2003), podem levar à descida do pH, pois os microrganismos ruminais não auferiram tempo suficiente à adaptação do uso de ácido láctico e as papilas ruminais não conseguiram expandir-se e aumentar a capacidade de absorção (Dirkson *et al.*, 1985).

2. Importância da matéria seca ingerida (MSI)

O teor de matéria seca (MS) do alimento é a proporção deste que não contém água (Knowlton e Nelson, 2003), mas onde estão presentes os nutrientes – “energia”, proteína, fibra, vitaminas e minerais (Jacobs e Hargreaves, 2003). O teor de MS das dietas condiciona a quantidade ingerida pelos animais, na medida em que o seu aumento se reflecte positivamente na quantidade de alimentos ingeridos, sem que ocorra variação no tempo gasto na alimentação diária, ruminação e mastigação (Quadro II.1), tal como, variações no fluído ruminal e no teor de AGV (Lahr *et al.*, 1983).

Quadro II.1 – Influência do teor de MS do alimento no tempo de mastigação (adaptado de Lahr et al. 1983).

	Conteúdo em MS			
	78 %	64 %	52 %	40 %
Tempo a ingerir				
Alimento (min/dia)	250	220	219	245
Tempo de ruminação (min/kg)	460	460	445	444
Tempo de mastigação (min/dia)	711	679	664	690
MSI (kg/dia)	25,1	20,0	20,2	18,8
Tempo de mastigação/MSI (min/kg)	28,8	34,3	33,1	37,3

A quantidade de alimentos ingeridos no início da lactação é o principal factor limitante na produção de leite (Kertz *et al.*, 1991) e constitui um dos parâmetros mais importantes a considerar na formulação das dietas (Hutchison, 2005). O rendimento leiteiro depende não só do conteúdo nutricional da dieta, mas também da quantidade de MS que os animais ingerem. Assim, e condições normais de produção, quanto maior for a ingestão de alimentos maior será a produção leiteira (Kiggins e Amaral-Philips, 2005).

De uma maneira bastante simplista, pode-se estabelecer uma relação directa entre a ingestão de MS e a produção de leite, que é de cerca de 1kg de MS por cada 2 kg de leite esperado. No entanto, rigorosamente, a MSI não aumenta com a produção de leite de forma linear, mas sim de acordo com a lei dos acréscimos decrescentes (Gomes, 1995). De

acordo com o NRC (2001), a estimativa da MSI pode fazer-se de acordo com os seguintes parâmetros:

$$\text{MSI (kg/dia)} = (0,372 \times 4\% \text{ FCL} + 0,0968 \times \text{PV}^{0,75}) \times (1 - e^{(-0,192 \times (\text{SDL} + 3,67))})$$

Em que:

- FCL – leite padronizado a 4% de teor butiroso, em kg;
- PV – em kg;
- SDL – semana de lactação;
- e – 2,71828. O valor de $e^{(-0,192 \times (\text{SDL} + 3,67))}$ é ajustado para o nível de lactação, e uma diferença de 100 kg do PV pode alterar 1,5 kg/dia de MSI.

No período de maior exigência energética, a MSI pode decrescer até 18% (nas 3 semanas após parto) (NRC, 2001), tornando inevitável a perda de peso e a diminuição da produção de leite (Amaral-Philips *et al.*, 1997). Após o parto, a produção de leite está limitada pela capacidade de ingestão das vacas (Amaral-Philips *et al.*, 1997), que é regulada principalmente por factores de natureza física, que dependem da capacidade e grau de distensão do rúmen, do volume do alimento fornecido e do tempo de permanência dos alimentos no aparelho digestivo, embora esta regulação também seja afectada pelo tipo de vaca (PV, composição corporal, estado reprodutivo e tipo genético) e pelas condições ambientais (temperatura, precipitação, terreno ocupado, stress e aspectos sociais) (Cunha, 2007). Também a natureza da dieta afecta a ingestão, em que dietas constituídas por forragens com elevado teor de Fibra Neutro-Detergente (NDF), principal responsável pelo enchimento do rúmen normalmente devido à diminuta taxa de digestibilidade (NRC, 2001) e de Fibra Ácido-Detergente (ADF), diminuem a ingestão de MS (Amaral-Philips *et al.*, 1997). Também dietas com elevado teor em humidade, superior a 60%, originam uma redução da ingestão de MS (Kiggins e Amaral-Philips, 2005).

Surge então a necessidade de providenciar uma dieta equilibrada do ponto de vista nutricional e de maximizar a MSI, pelo reflexo no acréscimo de nutrientes ingeridos e disponíveis para a produção de leite (Amaral-Philips *et al.*, 1997). De acordo com Neitz e Dugmore (2005), para a maximização da MSI é necessário:

- Evitar dietas com teor de humidade superior a 50% (ideal entre 35 a 44%);
- Nível adequado de sal na dieta;
- Construir instalações que protegem da chuva, vento, calor, frio e que providenciam sombras suficientes;
- Água de qualidade (sendo consumidos até 200 L em dias quentes);
- Nível adequado de proteína degradável e não degradável no rúmen (RDP e RUP, respectivamente), de modo a proporcionar uma adequada fermentação ruminal;

- Incluir no máximo 0,5 a 1 kg de gordura protegida e não protegida (em excesso pode diminuir a palatibilidade) na dieta;
- Não exceder o nível de hidratos de carbono não estruturais (38 a 40% na MS), sendo que com valores mais elevados pode ocorrer acidose;
- Espaço suficiente às vacas para se alimentarem; a competição entre vacas, após distribuição da dieta, leva a que estas ingiram diferentes quantidades de alimento, bem como a dietas com diferentes composições (Garcia e Kalscheur, 2005). Assim, a facilidade do acesso às manjedouras é essencial à redução da competição tanto por água como por alimento e espaço (Albright, 1993).

3. Importância da fibra da dieta

As dietas destinadas às vacas leiteiras são formuladas com base nas exigências nutricionais, principalmente proteicas e energéticas, mas também minerais e vitamínicas. No entanto, para alcançar elevada produção leiteira, também a forma como se apresentam os nutrientes é importante, devendo as dietas ser equilibradas com base no teor de eNDF, de água, de gordura, de NSC, de proteína degradável e não degradável no rúmen (RDP e RUP, respectivamente) (Knowlton e Nelson, 2003; Mustafa, 2003). Contudo, os hidratos de carbono estruturais, mais propriamente a fibra, devido à sua importância na nutrição dos ruminantes (Dupchark, 1999) e na elaboração desta dissertação, será detalhadamente referida.

A fibra é definida como a fracção predominante das paredes celulares vegetais, constituída essencialmente por celulose, hemicelulose e lenhina (Kung, 2005). Estes compostos não são digeríveis pelos mamíferos, mas nos ruminantes são fermentados pelos microrganismos existentes no rúmen, que desenvolveram estratégias que permitem uma eficiente digestão destes compostos (Mertens, 2002), tornando-os importantes fornecedores de energia para os animais (Bianchini *et al.*, 2007).

Por outro lado, a sua textura física é fundamental para que as actividades de mastigação, ruminação e de secreção salivar funcionem adequadamente (Bach e Calsamiglia, 2006).

Em determinados sistemas de alimentação, a proporção de fibra nas dietas tem diminuído progressivamente, com o propósito de maximizar os aportes energéticos aos animais. Deste modo, obteve-se por atender à recomendação de teores mínimos de fibra nas dietas para assegurar o funcionamento correcto do rúmen (Bach e Calsamiglia, 2006).

De acordo com Sudweeks *et al.* (1981) e Mertens (1997), a ingestão de fibra em quantidades suficientes pode evitar o surgimento de vários distúrbios, tanto ao nível da produção como da saúde do animal. De facto, teores de fibra abaixo dos valores mínimos podem promover a diminuição das actividades de mastigação (Balch *et al.*, 1955; Sudweeks *et al.*, 1980), a redução da percentagem de gordura do leite (Balch *et al.*, 1955; Mertens, 1997), a ocorrência de úlceras no abomaso (Bide e Dotward, 1975), do síndrome da vaca gorda (Morrow, 1976; Clark e Davis, 1980; Fronk *et al.*, 1980), da degeneração do tecido epitelial gastrointestinal (Nocek e Kesler, 1980), de laminites (Brent, 1976) e, muito frequentemente, acidoses ruminais (Allen, 1997). Todas estas situações vão originar, directa ou indirectamente, elevadas perdas económicas.

De modo a prevenir as situações referidas, as dietas destinadas aos efectivos de elevada produção devem conter no mínimo 25% de NDF (na MS), sendo 19% deste NDF com origem na forragem, sem que sejam estabelecidas recomendações detalhadas para a forma

física da dieta (Quadro II.2). Contudo, são necessários ajustes em função da fonte de amido dos alimentos, da granulometria da forragem e da dieta, da eNDF, do sistema de alimentação utilizado, do fornecimento de substâncias tampão e do teor em ADF (NRC, 2001). Outros autores, como Kolver (s.d.), fazem apenas referência ao teor de NDF e ADF, que devem ser, no mínimo, 27 a 33% (na MS) e 19 a 21% (na MS), respectivamente, sem que haja qualquer indicação para a percentagem de NDF proveniente da forragem. Outros fazem apenas referência às desvantagens da forragem (ou da dieta completa) composta por partículas demasiado pequenas, em que o mínimo de NDF ingerido deverá ser superior a 0,85% do PV da vaca (Garcia e Kalscheur, 2005).

Quadro II.2 – Recomendações das concentrações na MS do alimento de NDF, de ADF e de hidratos de carbono não fibrosos (NFC) de dietas para vacas leiteiras quando alimentadas com uma dieta completa, com forragens com tamanho partícula adequado e o milho como a principal fonte de amido (adaptado do NRC, 2001).

Mínimo de NDF da forragem	Mínimo de NDF da dieta	Máximo de NFC da dieta	Mínimo de ADF da dieta
19	25	44	17
18	27	42	18
17	29	40	19
16	31	38	20
15	33	38	21

Os teores mínimos de NDF na dieta foram estabelecidos com o propósito de evitar a descida do pH do rúmen (NRC, 2001) e, mais concretamente em casos severos, a acidose ruminal (Allen, 1997; Bach e Calsamiglia, 2006). Normalmente, a diminuição do pH ruminal pode originar acidose (Owens *et al.*, 1998), devido à acumulação de AGV (Beauchemin *et al.*, 2003). O acréscimo de AGV no rúmen determinam o surgimento de desordens no epitélio ruminal, reduzindo a sua absorção e colaborando para a sua acumulação (Ishler *et al.*, 1996). A descida do pH ruminal abaixo de 6,7 tem como consequência a diminuição da digestibilidade da forragem (fibra) (Mertens, 1997). Outros autores referem que o pH óptimo para os microrganismos celulolíticos está entre 6,5 e 6,8 (Grant e Mertens, 1992), enquanto que os microrganismos amilolíticos sobrevivem a pH inferiores, normalmente abaixo de 5,0 (Russel, 1979).

Uma das soluções para que o pH se mantenha em níveis aceitáveis, passa por proporcionar um adequado equilíbrio entre hidratos de carbono fibrosos e não fibrosos (medidos quimicamente) e incluir o parâmetro eNDF (medida fisicamente como o tamanho

das partículas) em quantidades suficientes para estimular as actividades de mastigação e de produção de saliva (Oetzel, 2001).

4. Importância da granulometria e suas particularidades na dieta

A determinação do teor fibroso nas dietas é essencial (Oetzel, 2001), embora insuficiente por não contabilizar o teor de eNDF, sendo assim imprescindível a determinação da granulometria das partículas de NDF (Garcia e Kalscheur, 2005).

As partículas forrageiras de menor granulometria (Jaster e Murphy, 1983), podem induzir o aumento da ingestão de MS, tendo no entanto em conta os efeitos provocados pelo nível de forragem consumida (Blundon, 2002). No entanto, a dieta composta por partículas demasiado pequenas afecta negativamente a ruminação, tendo como consequência a redução da produção de saliva e, conseqüentemente, atenuação da capacidade de tamponização do ambiente ruminal, afectando assim o funcionamento ruminal (Garcia e Kalscheur, 2005). A saliva é essencial para a tamponização contínua dos AGV produzidos pelos microrganismos do rúmen, sendo estes AGV responsáveis pela acidificação do conteúdo ruminal (Garcia e Kalscheur, 2005). Crê-se que a saliva represente 30 a 40% do poder tampozinante do rúmen (Allen, 1997), e que a secreção salivar aumente durante a ingestão e a ruminação (Maekawa *et al.*, 2002).

Stokes (1997) e Blundon (2002) constataram que a redução da granulometria das forragens traduz-se não só na diminuição da produção de saliva, como no tempo gasto na mastigação, conduzindo a uma descida do pH ruminal, da relação entre os ácidos acético:propiónico e da percentagem de gordura do leite (Figura II.3).

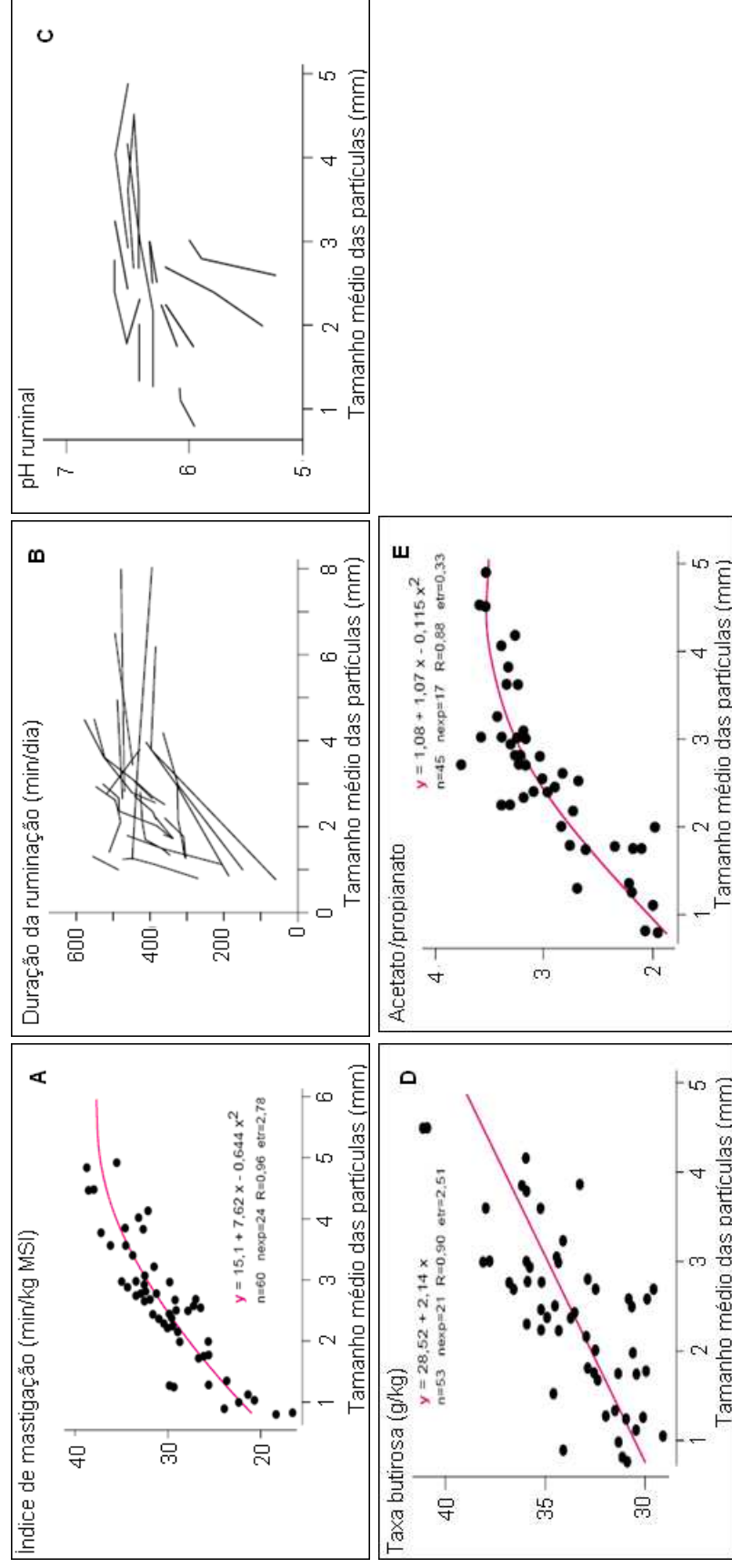


Figura 11.3 – Influência da granulometria sobre: A – Índice de mastigação, B – Duração da ruminação, C – o pH ruminal, D – taxa butirosa do leite e E – Relação acetato/propionato (adaptado de Sauvant, 2000).

Contrariamente, o aumento da granulometria das partículas forrageiras prolonga o tempo de mastigação e ruminação (Sauvant, 2000; Kononoff, 2005) como benefício para o pH ruminal, o rácio acetato:propionato, a percentagem de gordura do leite (Figura II.3) e fluxo salivar (Beauchemin *et al.*, 1997).

Apesar do efeito aparente da granulometria das partículas sobre o pH ruminal (Mertens, 1997; Stokes, 1997; Blundon, 2002; Beauchemin *et al.*, 2003; Calberry *et al.*, 2003), alguns autores consideram que não existe relação entre estes dois parâmetros (Kononoff *et al.*, 2003; Kononoff e Heinrichs, 2003).

Quando as dietas são formuladas, os limites para os hidratos de carbono fermentescíveis devem ser respeitados pela possibilidade de terem maior efeito na variação do pH ruminal do que propriamente a granulometria das forragens (Mertens, 1997; Kononoff, 2005). Este facto, deve também ter em conta o teor de eNDF da dieta, que depende de vários factores, como do tipo e quantidade de forragem, fonte de fibra não estrutural e quantidade de NFC incluídos na dieta (Kononoff, 2005).

Para Heinrichs *et al.* (1999) e Amaral-Phillips *et al.* (2001) a inclusão de níveis mínimos eNDF é essencial para que existam partículas com tamanho suficiente que estimulem a ruminação, de modo a proporcionarem um ambiente ruminal favorável às bactérias que digerem as forragens. O eNDF compreende partículas com tamanhos superiores a 40 mm, suficientes para permitir 30 minutos de ruminação por cada kg de MS total da dieta, que estimulem a produção de 7 a 8 L de saliva por kg de MS (Gomes, 1995).

A dieta completa a vacas leiteiras deverá conter no mínimo 20% de eNDF (Kolver, s.d.), embora Mertens (1997) conclua que para manter o pH ruminal superior 6,0 e o teor butíroso do leite superior 3,4% no início de lactação, é necessário 22% de fibra fisicamente efectiva (peNDF). A peNDF é a característica física da fibra (tamanho da partícula) que influencia as actividades de mastigação (Mertens, 1997) e que possibilita a formação do bom ambiente ruminal (Kononoff, 2005), enquanto que eNDF está normalmente associado à percentagem de gordura do leite. Bach e Calsamiglia (2006) acrescentam que peNDF, em teoria, mede a capacidade do ingrediente à estimulação da secreção salivar e ao aumento do pH ruminal. Existe assim relação positiva entre o teor de peNDF e o tempo dedicado pela vaca a mastigar e a ruminar (Kononoff e Heinrichs, 2003).

A estimativa do valor de peNDF é função da concentração de NDF e da forma física da dieta. As dietas consideradas fibrosas e constituídas por alimentos grosseiros apresentam valores elevados de peNDF (Kononoff, 2005). O mesmo autor afirma que para calcular o peNDF dos alimentos (individualmente) é necessário determinar o factor efectivamente físico (PEF), que é multiplicado à concentração de NDF da dieta (Bach e Calsamiglia, 2006). Para Mertens (1997), este factor pode ser medido pela proporção de MS que fica retida num

crivo de 1,18 mm após este ter sido agitado verticalmente ou, segundo Kononoff (2005), através da soma da MS retida nos crivos com 19,0 e 8,0 mm do *Penn State Particle Separator (PSPS)*.

O crivo de 1,18 mm é utilizado como referência, na medida em que as partículas maiores que este diâmetro são suspeitas por terem elevada resistência ao passarem através do rúmen, sendo especulado que esta fricção estimule as actividades de mastigação (Kononoff, 2005).

4.1. Medição da granulometria da dieta

O *standard S424 of the American Society of Agricultural Engineers (ASAE)* foi a primeira metodologia concebida para a determinação da granulometria das forragens (Lammers *et al.*, 1996). Este procedimento laboratorial tornou-se impraticável nas explorações pela sua complexidade, limitação e custo (Heinrichs e Kononoff, 2002). Este método complexo, que apenas analisa o tamanho das partículas de forragem, foi substituído por outro sistema mais prático e eficiente, como é o caso do *PSPS* (Kononoff, 2005).

Com uma construção simples e de tamanho reduzido, o sistema de crivos de *PSPS* pode ser utilizado nas explorações, na colheita dos alimentos e na distribuição dos alimentos, para partículas de forragem ou de dieta completa (Lammers *et al.*, 1996). Este equipamento baseia-se na utilização de 2 crivos com malhas de 19,0 e 8,0 mm e de espessuras de 12,2 e 6,4 mm, respectivamente (Kononoff *et al.*, 2003). Através dos crivos do *PSPS* é possível identificar e estabelecer recomendações para amostras em 3 classes granulométricas: maiores que 19,0 mm, entre 19,0 e 8,0 mm e menores que 8,0 mm (Quadro II.3) (Lammers *et al.*, 1996).

Quadro II.3 – Quantidade recomendada para a granulometria de dieta do tipo *TMR* tendo em conta o tamanho dos crivos de *PSPS* (Heinrichs, 1996).

Crivo	Tamanho da malha (mm)	Tamanho da partícula (mm)	TMR
Superior ^a	19,0	> 19,0	6 a 10% ; > 3 a 6% ^b
Inferior ^a	8,0	8,0 a 19,0	30 a 50%
Fundo ^a		< 8,0	40 a 60 %

^a – Percentagem retida.

^b – Atendendo ao nível de NDF da forragem e ao NDF total da dieta.

Em dietas completas constituídas por 40 a 60% de alimentos concentrados, a maioria dos seus constituintes passa pelo crivo de 8.0 mm (Kononoff *et al.*, 2003, Kononoff, 2005), numa

média de 57.7% (Heinrichs *et al.*, 1999). Logo, para melhor caracterização destas pequenas partículas, foi necessário adicionar outro crivo que separa partículas menores que 8,0 mm. O crivo com 1,18 mm avalia mais eficientemente as pequenas frações de *TMR* (Kononoff *et al.*, 2003; Kononoff, 2005). As recomendações para amostras de *TMR* em vacas leiteiras, avaliadas pelo método do *PSPS* com a inclusão de um novo crivo, estão representadas na Quadro II.4.

Quadro II.4 – Recomendações para a granulometria de dietas do tipo TMR, avaliada com o PSPS com três crivos (Heinrichs e Kononoff, 2002).

Crivo	Tamanho da malha (mm)	Tamanho da partícula (mm)	TMR
Superior	19,0	> 19,0	2 a 8%
Intermédio	8,0	8,0 a 19,0	30 a 50%
Inferior	1,2 ^a	1,8 a 8,0	30 a 50%
Fundo		< 1,0	≤20

^a – a malha é quadrada. Assim a maior abertura, na diagonal, tem 1,8 mm. Esta é a razão pela qual as partículas com 1,8 mm passem pelo crivo inferior.

Alguns autores defendem que 1,18 mm é o comprimento crítico para que haja retenção das partículas no retículo – rúmen (Kononoff, 2005). Estudos realizados por Yang *et al.* (2001) verificaram que em dietas com diferentes classes granulométricas, grande proporção das partículas da digesta do rúmen passa através do crivo de 1,18 mm, e a redução da granulometria das partículas não é o único factor limitante para a passagem destas através do retículo-rúmen, mas sim o factor de maior influência na passagem da digesta para o exterior do rúmen. Outros factores, como, nível de ingestão (Allen, 1996), origem dos tecidos das plantas, flutuabilidade, gravidade específica e densidade das partículas podem afectar a passagem das partículas pelo rúmen (Trinacty *et al.*, 1999).

A possibilidade de passagem das partículas pelos crivos e fundo está dependente da agitação da bateria de crivos, do teor de MS das amostras (Kononoff *et al.*, 2003) e do equipamento utilizado na medição da granulometria das dietas (Murphy e Zhu, 1997). A força e a frequência de agitação da bateria de crivos devem ser suficientes para que as partículas deslizem sobre as superfícies dos crivos, permitindo que as frações menores (que a dimensão da malha) passem pelas aberturas para os restantes crivos ou fundo (Kononoff *et al.*, 2003). A bateria de crivos deve ser agitada a uma frequência de $2,4 \pm 0,08$ Hz (144 ± 5 ciclos/min), no entanto, quando o *PSPS* é manualmente utilizado, esta especificação não é de fácil execução (Lammers *et al.*, 1996). Em consequência deste

estudo, recomenda-se que a bateria do *PSPS* seja agitada a 1,1 Hz (66 ciclos/min) com um comprimento do movimento de 17 cm (Kononoff *et al.*, 2003).

5. Dieta Completa

Tradicionalmente, o manejo alimentar dos bovinos leiteiros consistia no fornecimento duma dieta constituída em separado de alimentos volumosos e concentrados, com recurso a pastagens naturais ou semeadas com forragens verdes ou conservadas.

No final da década de setenta, nos EUA, em explorações com efectivos bovinos leiteiros, foram desenvolvidas dietas com o propósito de misturar homogeneamente determinadas quantidades de alimentos grosseiros e concentrados, contrariamente ao que ocorre no sistema tradicional. Este tipo de alimentação, designada dieta completa, tornou-se opção relativamente aos métodos convencionais, expandindo-se pela Europa (inicialmente na Itália), a par do desenvolvimento e crescente comercialização de equipamentos necessários para o seu fabrico e distribuição, nomeadamente do SRMDR (Freitas, 2008). Ao longo do tempo tornou-se no método mais utilizado na alimentação da indústria leiteira (Kammel, 1998), tendo como base a economia e viabilidade (Snowdon, 1991), e sendo desenvolvido com o objectivo de permitir a minimização da selecção de ingredientes pelos animais, garantindo o fornecimento dos alimentos necessários às vacas e favorecendo assim, a sua utilização digestiva e metabólica (Freitas, 2008).

Para Ondarza (2003) a dieta não é passível de ser completa se:

- A forragem for fornecida separadamente do alimento concentrado;
- Um alimentador automático (computadorizado) for utilizado para dosear concentrados;
- Os alimentos concentrados forem dados na sala de ordenha ou fornecidos no topo do alimento forrageiro e não for misturado;
- As vacas se encontrarem na pastagem parte do dia.

5.1. Definição, vantagens e desvantagens

A dieta completa é constituída por alimentos forrageiros (geralmente silagens, por vezes fenos), alimentos concentrados (cereais, sub-produtos e/ou suplementos proteicos), minerais e vitaminas, misturados ao mesmo tempo e distribuídos na forma de alimento completo (Amaral-Phillips *et al.*, 2002; Silva, 2003).

A utilização desta dieta apesar de acarretar alguns custos na aquisição e manutenção da maquinaria, quando estabelecida nas explorações, estes custos tendem a diminuir devido à

rentabilidade da produção de leite, e à diminuição dos problemas de saúde dos animais (Amaral-Phillips *et al.*, 2002). Relativamente aos animais, esta alimentação previne as flutuações do pH ruminal, pois cada porção de MS consumida, contém igual proporção dos ingredientes e nutrientes, contribuindo assim para o crescimento e eficiência da digestão dos microrganismos ruminais, principalmente com relação à síntese de proteína microbiana (NRC, 2001; Knowlton e Nelson, 2003; Silva, 2003; Behnke, 2005), permitindo a estabilização das actividades ruminais (Blundon, 2002).

Com esta alimentação os principais benefícios são:

- Através da mistura dos alimentos constituintes da dieta, as vacas não conseguem seleccionar individualmente cada alimento (Blundon, 2002; Knowlton e Nelson, 2003);
- Quando as vacas estão agrupadas há uniformidade nos níveis de produção de leite (Blundon, 2002);
- Na dieta estão “mascarados” determinados alimentos de menor palatibilidade, como a ureia, o bicarbonato, as gorduras, podendo assim serem incorporados em maiores quantidades (Lammers *et al.*, 2001);
- Diminuição do custo na aquisição de concentrados, pois alguns sub-produtos podem ser adquiridos em grandes quantidades e incluídos nas dietas (Amaral-Phillips *et al.*, 2002);
- Diminuição dos requisitos de trabalho, pela menor necessidade de mão-de-obra nas operações de pesar, carregar, misturar e distribuir o alimento (Lammers *et al.*, 2001; Amaral-Phillips *et al.*, 2002; Blundon, 2002; Freitas, 2008);
- Sabe-se a quantidade de cada ingrediente, permitindo uma elevada precisão na formulação e no manejo do alimento (quando manuseado correctamente), havendo assim melhor controlo do valor nutricional da dieta (Lammers *et al.*, 2001).

Contudo, este sistema de alimentação tem algumas desvantagens, tais como: a mistura dos diferentes ingredientes numa dieta requer pequenos a moderados gastos na compra de equipamentos e na sua manutenção, não sendo este sistema viável em explorações com número diminuto de vacas (inferior a 50 vacas); exige cuidados adicionais na formulação e na mistura da dieta (Blundon, 2002), pois se incorrectamente equilibrada ou misturada podem ocorrer diminuições das performances produtivas das vacas (Lammers *et al.*, 2001); a existência de determinados edifícios, corredores ou vielas nas explorações impossibilita a entrada das máquinas (Lammers *et al.*, 2001); as vacas que alternam de parque podem originar problemas hierárquicos (Silva, 2003); é necessário seguir as instruções do fabricante tanto para a realização dos tempos de mistura como para a ordem de carregamento dos ingredientes (Lammers *et al.*, 2001); se as vacas não estão agrupadas de acordo com o nível de produção poderão ficar demasiado gordas (final da lactação) (Blundon, 2002), ou demasiado magras (Ondarza, 2003). Isto é especialmente verdade em

explorações que têm apenas uma dieta, mas em explorações com mais que uma dieta, as vacas podem diminuir o seu rendimento leiteiro quando são movidas de um grupo de elevada produção para outro de baixa produção de leite, devido às hierarquias estabelecidas e às modificações da dieta (Ondarza, 2003).

É necessário analisar, pelo menos duas vezes por mês, o teor de MS das forragens e sub-produtos secos (Amaral-Phillips *et al.*, 2001), devendo os teores ser consistentes, entre medições (Ondarza, 2003). No caso das forragens, o teor de humidade pode mesmo variar consideravelmente de semana a semana (algumas vezes de dia para dia), principalmente após períodos de chuva, implicando alteração do conteúdo nutricional da dieta inicial (Buckmaster, s.d.). A alteração do conteúdo nutricional da dieta, está normalmente associado tanto à diminuição da MSI como da produção de leite e/ou ao aumento da incidência de doenças (Amaral-Phillips *et al.*, 2001).

5.2. Processamento e distribuição da dieta completa

5.2.1. Mistura

Define-se mistura como sendo a junção de duas ou mais substâncias, em que as partículas ou membros de cada uma sejam dispersas umas nas outras (Kammel, 1998). A realização da mistura tem como objectivo proporcionar, em curto espaço de tempo, homogeneidade da dieta, quer os ingredientes sejam sólidos ou líquidos, sem que ocorra destruição dos nutrientes (Behnke, 2005). O processo de mistura será satisfatório se produzir um alimento (no menor tempo possível) ao menor custo de energia (e trabalho) por animal (Herrman e Behnke, 1994).

A mistura dita “perfeita” trata-se de um estado em que qualquer amostra representativa desta tem exactamente a mesma composição, o que na realidade dificilmente acontece devido à segregação existente entre os diferentes tamanhos, densidades e formas das partículas (Kammel, 1998). Assim, não pode existir favorecimento dos movimentos direccionais das partículas individuais, nem forças selectivas (ou seja, forças centrífugas) (Behnke, 2005).

A variação intra-mistura deve ser mínima após distribuição do alimento na manjedoura, (Kammel, 1998), devendo ter o misturador-distribuidor (MD) a aptidão de realizar uma mistura uniforme das partículas com diferentes granulometrias (Herrman e Behnke, 1994; Kammel, 1998), humidades e densidades (Kammel, 1998). Esta variação intra-mistura pode ser controlada através do maneio adequado das operações de mistura, enquanto que se a

variação for inter-misturas é preciso ter atenção às características dos alimentos (Buckmaster, s.d.)

5.2.2. Factores que influenciam a mistura

A elaboração duma dieta uniforme, apesar de não ser difícil, requer atenção tanto na escolha dos ingredientes (Wilcox *et al.*, 2001) como nos operadores e equipamentos e sua manutenção (Behnke, 2005). As dificuldades inerentes à sua elaboração podem passar por (Linn, 2005):

- Incorrecta pesagem dos alimentos no interior do vagão;
- Inadequado tempo de mistura;
- Misturas demasiado pequenas, sendo que o mínimo de quantidade introduzida, no vagão, deverá ser superior a 50% da capacidade máxima do MD;
- Misturas demasiado grandes, normalmente, estão acima de 90% da capacidade total do MD;
- Feno demasiado processado, especialmente se este não for cortado ou contiver infestantes;
- Excesso de mistura, causando diminuição da granulometria;
- Sequência inapropriada na adição de alimentos.

Normalmente, as características dos ingredientes e das máquinas utilizadas são os factores que mais podem influenciar a mistura e sua uniformidade, podendo mesmo as propriedades dos ingredientes ter uma grande influência na eficiência das máquinas (Behnke, 2005).

- **Características dos ingredientes:**

As características dos ingredientes que podem afectar a mistura são: a forma, o tamanho, a densidade, a higroscopicidade, a carga estática e a adesividade das partículas (Herrman e Behnke, 1994; Behnke, 2005; Calsamiglia, 2005). Entre estes aspectos, a forma, o tamanho e a densidade têm maior influência na obtenção duma mistura homogénea (Behnke, 2005; Jordon, s.d).

As partículas com granulometrias distintas, por regra, não se misturam convenientemente, por estarem sujeitas a influências direccionais em quase todos os mecanismos de mistura utilizados (Behnke, 2005), resultando no aumento da segregação após a mistura (Herrman e Behnke, 1994). A separação dos alimentos com diferentes tamanhos (também formas e densidades) de partículas é favorecida no transporte do alimento até às manjedouras, pela vibração causada por caminhos/estradas irregulares e

descarga dos alimentos aquando a distribuição da dieta, uma vez que as partículas menores caem mais lentamente do que as restantes. Para prevenir esta separação causada pela diversidade granulométrica é necessário triturar/moer os ingredientes até tamanho uniforme, através da combinação ou aglomeração das partículas de diferentes tamanhos com gorduras ou melaços; as partículas com diferentes formas devem estar concomitantemente aglomeradas, tal como acontece com partículas com diferentes densidades (Yakimishyn, 2008).

- **Operações mecânicas:**

As operações mecânicas afectam a uniformidade da dieta, devendo-se assim fazer atenção ao tipo de MD (e sua manutenção) utilizado, sequência de carregamento dos ingredientes, tempo de mistura, eficiência de pesagem e ao carregamento dos alimentos (Behnke, 2005), que podem estar acima da capacidade máxima do MD (Wilcox *et al.*, 2001). Herrman e Behnke (1994) e Wilcox *et al.* (2001) salientam também a importância da limpeza do vagão antes do carregamento, pois alguns alimentos poderão ficar alojados entre o fundo do vagão e o sem-fim (ou, sem-fins) (Anexo 1), diminuindo a eficiência de mistura (Balsalobre, 2005). É também relevante a influência do empenho dos operadores, podendo estes por vezes substituir inadvertidamente os ingredientes que se encontram referidos na formulação da dieta (Wilcox *et al.*, 2001).

A monitorização do tempo de mistura (medido a cada mistura) deverá ser imprescindível, tendo em consideração que este tempo depende o tipo de MD usado e os ingredientes disponíveis na exploração (Calsamiglia, 2005). Por exemplo, a adição de forragem e o nível de inclusão desta nas dietas, pode apresentar um desafio para a determinação do tempo de mistura (Jordon, s.d.).

Nos MD de eixos-horizontais a mistura deve ser realizada lentamente, enquanto os alimentos estão a ser carregados, e de acordo com os manuais deve manter-se cerca de 3 a 5 minutos após o último alimento ser carregado (Linn, 2005). Contudo, Calsamiglia (2005), Kammel (1998) e Amaral-Phillips *et al.* (2001) referem que o tempo de mistura recomendado pelos fabricantes dos MD oscila, geralmente, entre 3 a 6 minutos.

Wilcox *et al.* (2001) acrescentam a importância da determinação do tempo de mistura para cada exploração em particular. Os mesmos autores, referem ainda que o tempo de mistura recomendado para muitos, MD de eixos-horizontais, é de 4 a 5 minutos após o último ingrediente misturado, mas o tamanho e a velocidade dos sem-fins, assim como a quantidade de alimento no interior do vagão do MD podem fazer variar o tempo de mistura necessário.

Para Ondarza (2000) e Broadwater (2002), se o tempo de mistura exceder 5 minutos há uma redução da granulometria das forragens, e acima dos 15 minutos (até aos 30 minutos) a mistura poderá ser considerada demasiado fina (Amaral-Phillips *et al.*, 2001; Garcia e Kalscheur, 2005) e com segregação (Kammel, 1998). Como consequência do sucedido, o tempo gasto na ruminação e na produção de saliva pelos animais diminui, potencializando a incidência de doenças, como a acidose ruminal, laminite, deslocamento de abomaso, diminuição da gordura do leite, diminuição da condição corporal e, em casos severos, a morte no animal (Amaral-Phillips *et al.*, 2002).

Contrariamente, se ocorrer défice de mistura da dieta pode resultar numa distribuição desigual das partículas (Garcia e Kalscheur, 2005) e na alteração da composição final desta (Calsamiglia, 2005; Behnke 2005) (Figura II.4).

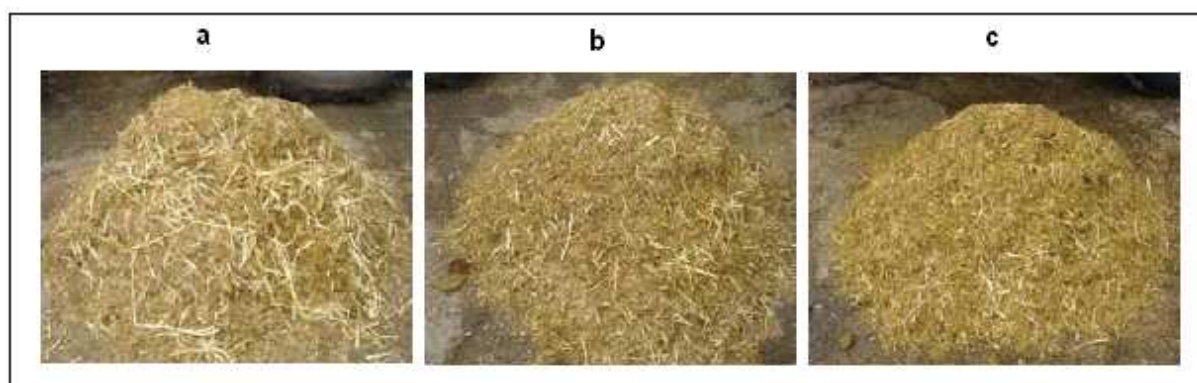


Figura II.4 – Aspecto da dieta completa. a - pouco processada, b -, correctamente processada e c - muito processada (Anónimo, 2007).

A ordem de carregamento dos alimentos no interior do vagão do MD depende das características dos alimentos e do tempo de mistura (Calsamiglia, 2005). Os ingredientes mais leves e com partícula de maior tamanho devem ser os primeiros a serem colocados no vagão do MD, sendo seguidos dos alimentos mais densos, uma vez que os ingredientes mais leves e maiores tendem a ter um movimento ascendente, enquanto os alimentos de menor partícula e mais densos têm movimento descendente (Behnke, 2005; Jordon, s.d.). Por tal motivo, as forragens secas deverão ser os primeiros alimentos a serem introduzidos, sempre seguidos de alimentos com partícula de dimensão mais reduzida (como farinhas), tendo em consideração as recomendações para a utilização do MD (Calsamiglia, 2005; Behnke, 2005; Jordon, s.d.) e os factores já ditos anteriormente. A introdução de líquidos (água, melaços, gorduras e fontes líquidas de aminoácidos) só deve ser realizada após

todos os ingredientes sólidos terem sido misturados uniformemente (Behnke, 2005, Froetschner, 2005).

Contrariamente, Linn (2005) considera que os últimos alimentos a ser colocados devam ser as forragens, embora os fenos antes dos ensilados (excepto na silagem de milho), enquanto que os líquidos podem ser antes ou depois das forragens.

Antes da colocação das forragens no interior do vagão, estas devem ser cortadas ou/moídas para facilitar a mistura com os restantes alimentos da dieta (Lardy, 1999), isto para o caso do MD ser desprovido de processador de forragem (Ordarza, 2003). Se o MD estiver equipado com um processador de forragem, estas devem ser os primeiros alimentos a serem introduzidos (Ordarza, 2003). Os alimentos forrageiros, como o feno por exemplo, tendem a concentrar-se no (s) sem-fim (ns), não permitindo que operem eficientemente (Amaral-Philips *et al.*, 2002; Calsamiglia, 2005), sendo por vezes necessário adicionar água ou reduzir o nível de forragem na dieta (Shaver, 1996). O nível de inclusão de forragem não deve ultrapassar 10 a 15% da mistura total (Calsamiglia, 2005).

III. Materiais e Métodos

Foi na exploração agro-pecuária Fonte de Leite, S.A., localizada na Azambuja, que se realizou a fase experimental desta dissertação. No momento da realização da parte experimental existiam na exploração 580 vacas da raça *Holstein* em produção. A produção de leite tem como destino a venda à União de Cooperativas de Produtores de Leite de Entre Douro e Mondego (Lacticoop), sediada em Aveiro, cuja actividade principal é o fomento da produção de leite e a sua recolha.

1.Caracterização do efectivo

1.1. Animais

O efectivo bovino de leite da raça *Holstein* é explorado em regime intensivo, com 750 vacas (das quais 170 secas), 470 novilhas e 136 vitelas (e 18 vitelos para posterior venda).

O efectivo está dividido de acordo com nível de produção, estado reprodutivo e/ou idade, da seguinte forma:

- Efectivo em produção:
 - Vacas recém-paridas (em início de lactação);
 - Vacas em plena lactação;
 - Vacas pré-secas (final da lactação);
 - Vacas em baixa produção (na “enfermaria”);
- Vacas/novilhas secas;
- Novilhas;
- Vitelas.

As vacas recém-paridas encontram-se distribuídas por 2 parques, enquanto que as vacas em plena lactação estão separadas em 6 parques de acordo com o nível de produção.

O valor médio da produção do efectivo aos 305 dias é de 9 180 kg de leite, com um teor butíroso de 3,57% e teor proteico de 3,25%.

As vitelas nascidas na exploração são retiradas às progenitoras após 12 horas em contacto com estas, sendo o colostro (quando não ingerido) e o leite de substituição administrados posteriormente, através de um balde com tetina.

O maneio reprodutivo do efectivo adulto caracteriza-se por:

- Sincronização do cio, com recurso à Hormona de Libertação das Gonadotrofinas (GnRH) e à prostaglandina;

- Inseminação artificial realizada aos primeiros 15 meses, com sémen importado dos EUA, podendo este ter em consideração as características relacionadas com a conformação das vacas que devem ser melhoradas na sua descendência.

O refugo das vacas baseia-se no número de inseminações artificiais após o último parto, nível de produção de leite, idade e estado de saúde dos animais.

A ordenha mecânica é realizada 4 vezes às vacas recém-paridas, 3 vezes às vacas em plena lactação e 2 vezes às restantes vacas (com algumas excepções).

1.2. Escolha dos parques para a recolha das amostras

A recolha de amostras de alimento efectuou-se ao longo da manjedoura de 3 parques (1, 2 e 10), que contêm na totalidade 226 vacas em produção. Os parques seleccionados, que passaremos a designar por P1, P2 e P3, correspondendo aos parques 10, 1 e 2, respectivamente detêm 82, 59 e 85 vacas. As vacas têm uma produção média diária de leite de 23,4 kg (P1), 27,1 kg (P2) e 26,8 kg (P3).

Os animais encontram-se em plena lactação e são alimentados com a mesma dieta.

A escolha destes parques deve-se ao facto de constituírem um comprimento de manjedoura bastante longo onde é distribuído, todos os dias, a dieta proveniente de um único carregamento do vagão SRMDR, permitindo avaliar com algum rigor a existência ou não de variabilidade entre o alimento distribuído no início e no fim de um carregamento.

1.3. Maneio alimentar

Diariamente são realizadas 6 dietas diferentes em função do grupo de animais adultos considerados. São assim efectuados 9 carregamentos (e processamentos) de alimentos através do SRMDR, em que cada carregamento corresponde a uma dieta diferente, com excepção da dieta para as vacas em plena lactação, para as quais se fazem 2 carregamentos devido ao elevado número de animais. Todos os animais adultos são alimentados de manhã, excepto as vacas em plena lactação que são alimentadas de manhã e ao meio da tarde. A sequência de distribuição do alimento completo pelo SRMDR para vacas em lactação realiza-se segundo a ordem de entrada das vacas na sala ordenha.

1.4. Caracterização dos alimentos utilizados

A dieta distribuída nos parques escolhidos durante o ensaio realizado de 9 a 16 de Setembro de 2008, era constituída pelos seguintes alimentos: silagem de milho, repiso de tomate, composto farinado e feno de luzerna, cuja análise nutricional otimizada da dieta formulada pela Nutritécnica – Nova Técnica de Nutrição, Lda., se encontra no Anexo 2.

Em cada uma das misturas realizadas (manhã e tarde) são adicionados os 4 alimentos, pela seguinte ordem de carregamento:

- 1º Feno de luzerna (430 kg);
- 2º Silagem de repiso de tomate (1360 kg);
- 3º Composto farinado (1265 kg);
- 4º Silagem de milho (1825 kg).

Assim, são distribuídos 4880 kg de dieta completa de manhã e outros tantos à tarde, num total de 9 760 kg por dia. O alimento é dividido pelos parques consoante o número de vacas que se encontram em cada parque, sendo que no P1, P2 e P3 são fornecidos 1 760 kg, 1 160 kg, e 1 980 kg, respectivamente.

2. Caracterização das instalações

A exploração Agro-Pecúaria – Fonte de Leite S.A., mais concretamente a vacaria, é caracterizada por um conjunto de animais adultos em regime de estabulação livre. Constituída por parques, anexos, sala de ordenha, fábrica de armazenamento de alimentos e cercado (onde se encontram as novilhas no campo). Dos diversos parques, destacam-se

- 10 parques destinados às vacas em produção, que são numerados de 1 a 10

Os parques 1 e 2 têm 70 m x 8 m, enquanto que os restantes são menores, com 45 m x 5 a 8 m.

A maioria dos parques encontra-se separada por um corredor central de passagem, que simultaneamente serve de manjedoura. A separação entre a manjedoura e a área de pesebre faz-se através de um corrimão galvanizado, que se encontra dividido lateralmente por um sistema do tipo colar americano. Os animais dispõem de uma zona de repouso, constituída por *logettes* com camas de areia. A área de pesebre é limpa com recurso a um fluxo de água temporizado.

- 1 Parque para vacas/novilhas gestantes (maternidade)

Neste parque com 50 m x 12 m, as vacas gestantes estão separadas de acordo com a proximidade do parto. O parque tem duas boxes para vacas recém-paridas (e respectivas

crias) e uma manga para possíveis auxílios em cesarianas ou partos com distócias. A área de repouso sem *logettes* é revestida por terra e palha.

- 3 Parques para vitelos

Os vitelos mais pequenos estão alojados num parque com cerca de 45 m x 6 m, enquanto que os restantes parques (com vitelos mais velhos) têm cerca de 60 m x 8 m.

Os vitelos mais pequenos encontram-se em pavimento coberto de palha, enquanto que os vitelos maiores têm camas constituídas por terra e palha. Existem ainda os viteleiros, onde os vitelos e vitelas recém-nascidos se encontram alojados individualmente, em camas de palha, com acesso a um balde com tetina (com água ou leite).

- 2 Parque para vacas/novilhas secas

Têm cerca de 55 m x 6 a 15 m de largura. Um dos parques tem *logettes* com camas de areia e o outro é revestido apenas por terra.

- 1 Parque para novilhas

Com 50 m x 12 m de largura, onde as novilhas estão devidamente separadas em grupos. As camas são de terra.

O controlo da humidade e temperatura dos parques é assegurado por ventiladores e aspersores, excepto os parques 11 e 12, e os parques que alojam as novilhas/vacas secas, novilhas e vitelos, e maternidade.

Na proximidade dos parques encontram-se: o armazém de alimentos, 2 silos verticais para o alimento composto farinado e 3 silos tipo trincheira, em que 2 são de silagem de milho e outro de repiso de tomate. É também nesta zona que se encontram os fardos de luzerna e de palha de trigo.

3. Caracterização do equipamento

O processamento e distribuição do alimento do efectivo é realizado por um SRMDR, equipado com 2 sem-fins de eixo horizontal (auxiliados com 120 facas) com distribuição lateral, da marca *Mutti*, tipo *Titan*, com potência nominal de 80 kW, tara de 6 800 kg e potência máxima de 6 000 kg. O SRMDR encontra-se acoplado a um tractor agrícola – Case III MX110 de 110 H, com velocidade máxima de 40 kph (Figura III.1).

A distribuição da dieta nas manjedouras é regulada pela abertura da janela do tipo guilhotina situada à direita no vagão do SMRDR e pela velocidade de deslocamento do reboque.



Figura III.1 – Tractor agrícola Case IH MX110 e SRMDR – Titan Mutti

e

Figura III.2 – Operação de carregamento dos alimentos através do carregador telescópico.

O carregamento dos alimentos para o interior do vagão SRMDR é efectuado com recurso a um carregador telescópico. O carregador telescópico da marca *Manitowoc*, modelo MLT 627 turbo *Compact*, tem como características gerais: 2 000 kg de capacidade nominal, 5,50 m de levantamento máximo do peso e 101/74,5 HP/kW (Figura III.2).

4. Recolha das amostras

O ensaio decorreu de 9 a 16 de Setembro de 2008, sendo escolhidos 4 dias (dia 9, 11, 13 e 16), denominados respectivamente D1, D2, D3 e D4, para a realização do estudo sobre os tempos de trabalho utilizados (Quadro III.1), sequência de carregamento dos alimentos e processamento e distribuição da dieta pelo SRMDR. Em cada manhã foram contabilizados todos os processos inerentes à alimentação das vacas leiteiras dos 3 parques que contêm a mesma mistura de alimentos.

Quadro III.1 – Ordem de carregamento dos alimentos, respectivo tempo gasto no carregamento (e processamento) e tempo total gasto na incorporação dos alimentos no interior do vagão do SRMDR.

Ingredientes	D1		D2		D3		D4	
	I (min)	F (min)	I (min)	F (min)	I (min)	F (min)	I (min)	F (min)
1º Feno de luzerna	0	6	0	2	0	2	0	22
2º Repiso de tomate	6	9	7	10	5	5	23	25
3º Farinha	11	13	10	12	5	7	27	19
4º Silagem de milho	18	20	14	16	16	18	31	34
		24 ¹		27 ¹		24 ¹		39 ¹

I: início da colocação do alimento; F: final da colocação do alimento; ¹: tempo total gasto na preparação da dieta.

Na primeira fase da operação, o operador carrega o SRMDR com os alimentos de acordo com as quantidades e a sequência indicada, utilizando o carregador telescópico. O composto farinado é carregado colocando o SRMDR acoplado ao tractor por baixo das saídas dos silos. Após introdução dos alimentos, e mistura dos mesmos, o operador responsável pela alimentação do efectivo bovino, faz o seu trajecto habitual ao longo dos parques (Figura III.3). O local onde se realiza o carregamento e o processamento da dieta encontra-se a 200 m do efectivo leiteiro em produção.

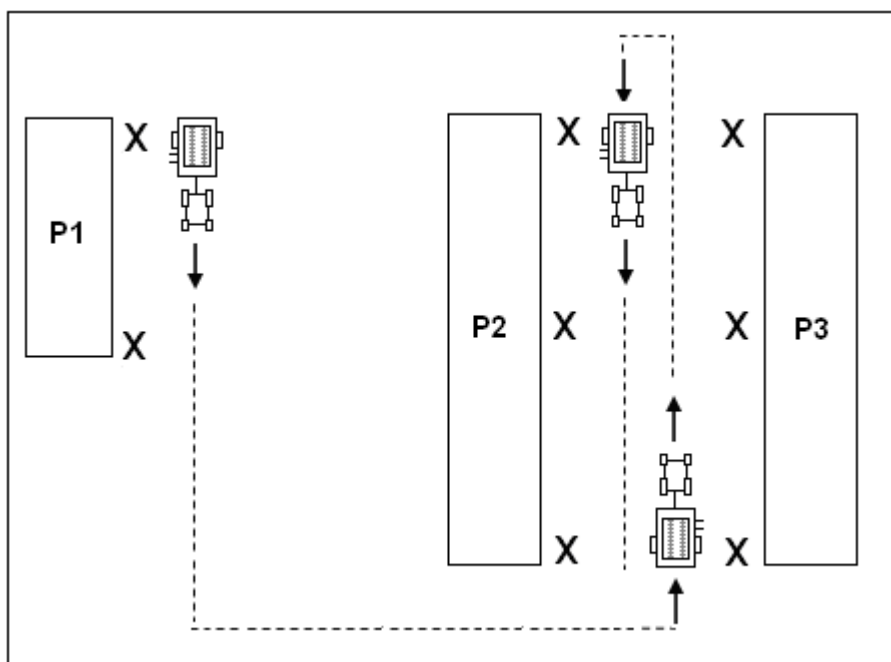


Figura III.3 – Percurso realizado pelo tractor e SRMDR na distribuição da dieta completa pelos 3 parques escolhidos para o ensaio. Os locais assinalados com (X) indicam os pontos de recolha das amostras

Após a distribuição do alimento, e em cada um dos quatro dias, foram recolhidas duas amostras de alimento no início e no final da manjedoura do parque P1, e no início, meio e fim nos parques P2 e P3, tal como indicado na Figura III.3, perfazendo 16 amostras em cada dia de recolha. Uma das amostras recolhidas destinava-se à análise química e a outra à análise granulométrica. As amostras foram devidamente recolhidas com recurso a sacos de plástico e identificadas com etiquetas, sendo congeladas e posteriormente levadas para o Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Todas as amostras foram sujeitas a uma pré-secagem a 60 °C durante 48 h. Depois de secas, as amostras recolhidas para a análise química foram moídas num moinho de facas equipado com um crivo de 1 mm e colocado num frasco de plástico para posterior análise dos teores de MS, PB, NDF, ADF e Lenhina Ácido-detergente (ADL). As restantes amostras foram sujeitas à avaliação da distribuição do tamanho das partículas usando o *Penn State Particle Separator (PSPS)*, composto por 3 crivos (diâmetros de 19 mm, 8 mm e 1 mm) e um fundo, de acordo com os procedimentos realizados por Heinrichs e Kononoff (2002).

5. Métodos analíticos

As 224 vacas lactantes estão em 3 grupos diferenciadas por diferentes médias de produções diárias:

- P1 – Média produção: 23,4 kg/dia
- P2 – Média produção: 27,1 kg/dia
- P3 – Média produção: 26,8 kg/dia

O número de amostras obtidas matinalmente:

- P1 – 4 amostras/dia
- P2 – 6 amostras/dia
- P3 – 6 amostras/dia

Em cada parque foi recolhida 2 amostra:

- P1 – Início e fim da manjedoura
- P2 – Início, meio e fim da manjedoura
- P3 – Início, meio e fim da manjedoura

Diariamente obteve-se 16 amostras, e no final dos 4 dias foram 64 amostras. As amostras recolhidas em cada dia de trabalho considerado foram submetidas a análises para determinação da sua composição química e granulométrica (apenas a mistura). As amostras dos alimentos individuais e da dieta utilizada na exploração foram analisadas quimicamente no Laboratório da Faculdade de Medicina Veterinária (para o teor de MS e proteína bruta (PB)) e no Laboratório Paes de Azevedo do Instituto Superior de Agronomia (para a PB, NDF, ADF e ADL), ambos da Universidade Técnica de Lisboa. Os duplicados das amostras foram analisados granulométricamente na Eurocereal – Comercialização de Produtos Agro – Pecuários, S.A., que gentilmente cedeu o equipamento e instalações para a sua realização.

5.1. Determinação da Matéria Seca

A determinação do teor de MS baseia-se no protocolo apresentado na cadeira de Alimentação Animal I (2003) do curso de Engenharia Zootécnica – Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, denominado “Análises Químicas – Métodos de análises para alimentos e fezes” e na norma portuguesa (NP) 1614 de 2002.

5.2. Determinação da Proteína Bruta

Para a determinação da PB – método de Kjeldahl teve-se em consideração a NP 1612 de 2002.

5.3. Determinação sequencial da fibra pelo método dos detergentes

Na determinação do NDF, ADF e ADL, utilizou-se o método de Van Soest *et al.* (1991), tendo como protocolo o referido na aula de Alimentação Animal I, como anteriormente dito.

5.4. Determinação da granulometria

A determinação da granulometria da dieta foi realizada na Eurocereal – Comercialização de Produtos Agro – Pecuários S.A., que se situa na freguesia de Malveira no concelho de Mafra.

Como não existe nenhuma NP para a determinação da granulometria das amostras da dieta completa, optou-se assim por seguir o método referido na documentação própria do equipamento utilizado, o PSPS.

Pesou-se cerca de 700 g de cada amostra seca de dieta completa e colocou-se no crivo superior (19 mm) e montou-se o aparelho. Após 2 minutos a 40 rpm registaram-se os pesos de alimento em cada crivo e no fundo para posterior cálculo da percentagem de partículas retidas em cada crivo e no fundo. Foram também registados os pesos dos crivos e fundo regularmente, e realizada uma média para melhor eficiência na medição dos seus pesos. Após cada medição, os crivos e fundo foram limpos.

5.5. Tratamento Estatístico

Os dados obtidos para a composição química e granulometria da dieta foram sujeitos a uma análise de variância através do *Proc Glim* do programa SAS. Para os parâmetros nutricionais (MS, PB, NDF, ADF e ADL) e classes granulométricas da dieta (> 19 mm, de 8 a 19 mm, entre 1 a 8 mm e < 1mm) os factores de variação são os dias (4) e os parques em questão (3).

IV. Resultados e Discussão

1. Composição química dos ingredientes da dieta

A análise aos alimentos que compõem a dieta completa é essencial para controlar a qualidade desta no que respeita ao seu equilíbrio relativamente às exigências dos animais (Bailoni *et al.*, 2006). Com este intuito, foram realizadas análises aos alimentos constituintes da dieta, nomeadamente à silagem de milho, repiso de tomate, feno de luzerna e composto farinado, para os seguintes parâmetros nutricionais: MS, PB, NDF, ADF e ADL. Os resultados das análises encontram-se na Quadro IV.1, conjuntamente com valores de referência estipulados pelo NRC (2001) e FEDNA (2003) para os alimentos e parâmetros em estudo. No repiso de tomate as fontes referência são o NRC (2001) e Campos *et al.* (2007).

Para a silagem de milho, os valores obtidos de MS, PB, NDF e ADF são ligeiramente inferiores aos encontrados nas tabelas de referência. O NDF é o parâmetro nutricional que apresenta maior divergência relativamente aos valores utilizados como referência, 36,6% na MS versus 44,5 e 41,38% na MS, respectivamente. A percentagem obtida de ADL está ligeiramente acima da esperada (4,0% versus 3,1 e 3,2%, respectivamente).

Também o repiso de tomate analisado apresenta menor percentagem de PB, NDF e ADF comparativamente ao esperado. É de salientar o valor bastante mais baixo do teor de proteína relativamente às referências (12,7% versus 19,3 e 20,5% respectivamente), assim como o valor muito elevado de ADL (26,2% versus 13,3 e 17,8% respectivamente).

Contrariamente aos outros alimentos, o feno luzerna apresenta uma composição química bastante próxima da referida nas duas fontes utilizadas. Como é óbvio, o alimento composto não é comparável com qualquer outro pois é especificamente formulado pela empresa que presta assistência nutricional.

Estes resultados realçam a importância da análise química das forragens e outros alimentos produzidos localmente, pois só assim é possível formular dietas equilibradas do ponto de vista nutricional. Só para reforçar esta ideia, veja-se a diferença entre o teor de proteína do repiso de tomate e o valor esperado de acordo com as tabelas.

Quadro IV.1 – Composição química dos alimentos existentes na exploração e valores reportados pelas tabelas do NRC (2001), FEDNA (2003) e Campos *et al.* (2007).

Alimento	n	MS (%)			PB (% MS)			NDF (% MS)			ADF (% MS)			ADL (% MS)		
		*	**	***	*	**	***	*	**	***	*	**	***	*	**	***
Silagem milho	2	33,7	44,2	35,0	6,7	8,5	7,6	36,6	44,5	41,4	22,1	27,5	22,7	4,0	3,1	3,2
Repiso tomate	2	27,1	24,7	22,1 ¹	12,7	19,3	20,51	53,8	60,0	63,1 ¹	42,6	47,6	50,8 ¹	26,2	13,3	17,9 ¹
Feno luzerna	2	84,7	83,9	90,3	16,0	20,8	15,0	44,8	42,9	43,6	33,5	33,4	32,7	7,2	6,4	7,5
Farinha	2	87,4	n.o.	n.o.	20,8	n.o.	n.o.	22,5	n.o.	n.o.	11,0	n.o.	n.o.	2,1	n.o.	n.o.

*valores obtidos após análise aos alimentos; ** valores segundo NRC (2001); *** valores segundo FEDNA (2003); ¹Campos *et al.* (2007) e n.o.: não obtido.

2. Composição química da dieta completa

A empresa responsável pela formulação da dieta na exploração, Nutritécnica – Nova Técnica de Nutrição, utiliza a fibra bruta como método na determinação do teor fibroso da dieta. Uma vez que esta é apenas caracterizada pelos conteúdos celulósicos e alguma lenhina, utilizaram-se os valores propostos pelo NRC (2001) para o teor de NDF e ADF. O NDF é procedimento laboratorial mais completo na medição da fibra e todos os seus componentes (celulose, hemicelulose e lenhina), tal como o ADF mede eficientemente a celulose e lenhina (Harris, 2003). O ADL, que indica o teor de lenhina (Harris, 2003), é apenas referido neste estudo como nutriente de comparação entre amostras, visto não aferir informação nutricional relevante.

Na Quadro IV.2 apresentam os resultados obtidos para o efeito do dia de colheita e do parque na composição química dieta distribuídas às vacas em produção da exploração. A composição química da dieta completa não variou significativamente entre parques e foi pouco afectada pelo dia de recolha de amostras ($P < 0,05$), encontrando-se apenas diferenças no teor de MS e de ADL. Apesar de estatisticamente significativa, as variações no teor de MS não têm implicações práticas e são, na verdade, consequência de interações entre o dia de recolha e o parque. Estas diferenças não apresentam um padrão, e os teores de MS variaram entre cerca de 48 e 51%. O teor de ADL foi significativamente inferior no dia 1 (D1) relativamente aos restantes dias de recolha de amostras. Estes factos poderão estar associados ao teor de humidade do repiso de tomate. Pelos resultados obtidos, parece-nos que as variações da percentagem de MS e ADL, apesar de significativas, não são suficientes para pensarmos que a dieta esteja mal processada e distribuída.. Antes pelo contrário, estes resultados parecem indicar que os animais comem todos os dias e em todos os parques uma dieta muito semelhante. Estes resultados só são possíveis se o operador executar o seu trabalho com rigor, principalmente no que respeita às pesagens dos ingredientes. Os resultados sugerem também que o SRMDR mistura adequadamente os alimentos e faz uma distribuição homogénea da dieta ao longo percurso de manjedoura, não se verificando qualquer variação da composição química da dieta entre parques.

Quadro IV.2 – Médias e respectivos erros padrões (e.p.m.) dos teores em MS, PB, NDF, ADF e ADL da dieta completa em função do dia de recolha da amostra e do parque.

		Dia					Parque						
	n	1	2	3	4	e.p.m.	1	2	3	e.p.m.	D	PQ	D*PQ
MS	2	49,01 ^b	49,77 ^{ab}	50,48 ^a	49,42 ^b	0,348	49,59	49,31	50,08	0,347	a#b#c	P>0,05	*
PB	2	16,54	15,98	16,12	16,45	0,502	16,50	16,42	15,90	0,499	P>0,05	P>0,05	P>0,05
NDF	2	39,34	38,90	40,70	40,05	0,713	40,58	38,69	39,98	0,710	P>0,05	P>0,05	P>0,05
ADF	2	20,23	21,21	21,18	21,58	0,424	21,69	20,58	20,88	0,422	P>0,05	P>0,05	P>0,05
ADL	2	5,18 ^b	6,23 ^a	6,29 ^a	6,64 ^a	0,310	6,51	5,58	6,16	0,309	a#b#c	P>0,05	P>0,05

D: Dia e PQ: Parque.

De acordo com Neitz e Dugmore (2005), o teor de MS da dieta deverá ser > 50% para possibilitar uma máxima ingestão de MS, pelo que os valores observados parecem estar adequados.

Globalmente, os valores da análise química da dieta distribuída na exploração são, em média, 49,67% de MS, 16,24% de PB (na MS), 39,65% de NDF (na MS) e 20,97% de ADF (na MS). A percentagem de MS da dieta formulada é de 53,29%, o que significa que o valor real está muito ligeiramente abaixo do esperado. Também o teor de PB observado está um pouco abaixo do esperado, pois de acordo com a fórmula deveria ser de 17,35% na MS. De acordo com os valores reportados pelo NRC (2001), a percentagem de NDF deve situar-se entre 25 a 31% na MS, enquanto que os valores de ADF devem variar entre 17 e 21% na MS. Assim, verifica-se que o alimento analisado tem um valor adequado de ADF mas, pelo contrário, o valor de NDF está um pouco elevado, cerca dos 40%.

A composição química da dieta completa formulada, apesar de diferir em determinados parâmetros nutricionais dos resultados obtidos, estas diferenças quando observadas não são suficientes para concluir que a dieta não esteja devidamente elaborada.

3. Granulometria da dieta completa

Na Quadro IV.3 encontram-se os resultados do efeito do dia de amostragem e do parque na granulometria da dieta fornecida aos animais. O efeito do dia de recolha de amostras (D1, D2, D3 e D4) foi estatisticamente significativo ($P < 0,05$) para todas as fracções granulométricas da dieta. A percentagem de partículas retidas no crivo de 19 mm é maior em D3 (4,41%), e atinge o valor mais baixo em D4 (1,53%). No D1, as partículas entre 8 a 19 mm estão numa proporção elevada (32,84%), contrariamente a D3, que estão em percentagem inferior (7,72%), comparativamente aos restantes dias. As partículas entre 1 a 8 mm, em D1, representam apenas 60,85% do total, enquanto que no D2 e D3 estão em maiores percentagens (76,85%, 80,73%, respectivamente). No D3, a percentagem de partículas inferiores a 1 mm é superior (6,93%) às percentagens nos restantes dias.

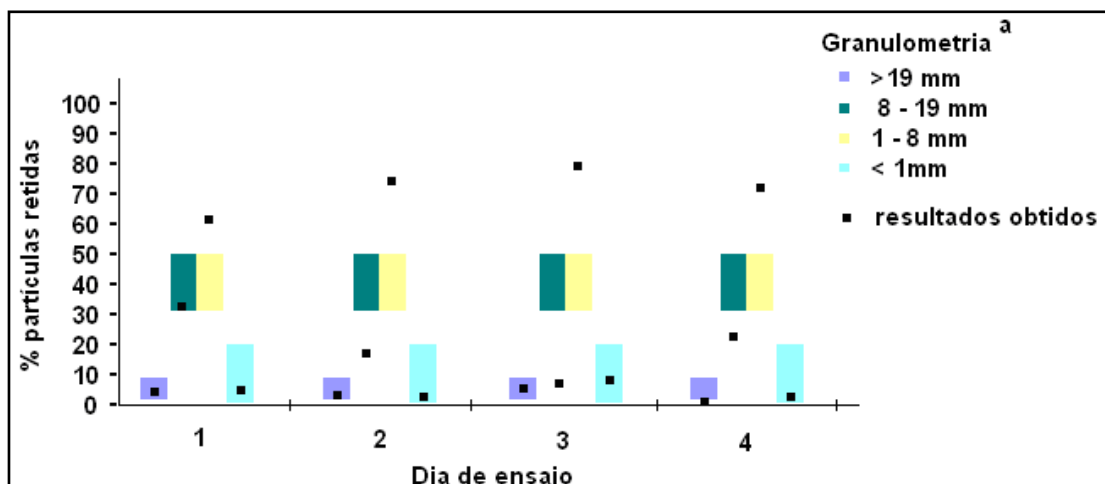
Quadro IV.3 – Médias e respectivos e.p.m. da granulometria da dieta completa em função do dia de recolha das amostras.

	Dia					e.p.m.	Dia
	n	1	2	3	4		
> 19 mm	1	3,41 ^{ab}	25,3 ^{bc}	4,41 ^a	1,53 ^c	0,568	a≠b≠c
8 – 19 mm	1	32,84 ^a	17,72 ^{bc}	7,72 ^c	22,84 ^{ac}	4,250	a≠b≠c
1 – 8 mm	1	60,85 ^b	76,85 ^a	80,73 ^a	72,85 ^{ab}	4,236	a≠b≠c
< 1 mm	1	3,43 ^b	3,06 ^b	6,93 ^a	2,68 ^b	1,139	0,049

Globalmente, os resultados indicam a existência de uma variabilidade elevada entre dias na granulometria da dieta, destacando-se que no D1 a dieta distribuída era mais grosseira que nos outros dias, pois apresenta um valor mais elevado de partículas > 19 mm e entre 8 e 19 mm, e um valor mais baixo de partículas de menor dimensão, entre 1 e 8 mm. A maior duração do tempo de processamento do feno de luzerna no D4 (22 min.) deverá ter sido responsável pela redução significativa da proporção de partículas > 19 mm. Estes resultados parecem estar de acordo com Broadwater (2002) e Ordarza (2000), que afirmam que o tempo de mistura acima de 5 minutos provoca diminuição da granulometria, e acima de 15 minutos a mistura é considerada muito fina (Amaral-Philips *et al.*, 2001; Garcia e Kalscheur, 2005).

Outro aspecto importante destes resultados é que a dieta se encontra muito processada, com valores de partículas de pequena dimensão (1-8 mm) muito elevados relativamente ao

recomendado e, pelo contrário, com um valor das partículas entre 8 e 9 mm muito baixo. De facto, de acordo com Heinrichs e Kononoff (2002), qualquer destas duas fracções devem representar valores entre 30 e 50% das dietas completas. Esta diferença entre os valores recomendados e os obtidos pode ser observada na Figura IV.1.



^a – limites sugeridos por Heinrichs e Kononoff (2002) para a bateria de crivos de PSPS.

Figura IV.1 – Comparação da variação dos limites propostos por Heinrichs e Kononoff (2002) para o PSPS com os resultados obtidos tendo em conta o dia de recolha de amostras.

Para evitar o sucedido, os operadores devem ser informados da importância do tempo de mistura a realizar para qualquer mistura do dia, e ao longo dos dias. A velocidade de mistura poderá também ter influenciado os resultados, pois segundo Linn (2005), esta deverá ser lenta enquanto os ingredientes estão a ser carregados, o que não aconteceu, pois foi constante (540 rpm) em todo o processo de mistura. Permitir que os ingredientes individualmente se misturem com os restantes ingredientes da mistura no tempo devido, tal como manter a velocidade de mistura lenta enquanto os alimentos estão a ser carregados, e aumentá-la após o último ingrediente adicionado poderia ser solução para o sucedido.

Contrariamente ao observado para os vários dias de ensaio, a variação entre parques foi diminuta, verificando-se diferenças significativas apenas nas partículas entre 1 e 8 mm, sendo a proporção mais elevada no parque 2 (PQ2) e mais baixa no parque 3 (PQ3) (Figura IV.5). A média de partículas da dieta completa ao longo da distribuição pelos parques é de 2,97%, 20,27%, 72,82% e 4,03%, para o crivo superior, intermédio, inferior e fundo, respectivamente. A percentagem de partículas inferiores a 1 mm e superiores a 19 mm está de acordo com o esperado por Heinrichs e Kononoff (2002), que ditam ≤ 20 e 2 a 8%, respectivamente. Por outro lado, as partículas entre 1 a 8 mm estão acima dos valores

recomendados que seriam 30 a 50% e as partículas retidas no crivo de 8 mm encontram-se abaixo de 30 a 50% recomendados.

Quadro IV.4 – Médias e respectivos e.p.m. da granulometria da dieta completa em função do parque.

	Parque					Parque
	n	1	2	3	e.p.m.	
> 19 mm	1	3,25	2,42	3,25	0,566	P>0,05
8 – 19 mm	1	19,00	14,75	27,08	4,231	P>0,05
1 – 8 mm	1	73,63 ^{ab}	79,17 ^a	65,67 ^b	4,217	a≠b≠c
< 1 mm	1	4,50	3,67	3,92	1,133	P>0,05

Apesar de não significativo (excepto para as partículas entre 1 e 8 mm), parece existir diminuição da granulometria da dieta de PQ1 para PQ2, para depois voltar a aumentar para PQ3. É notório o aumento de partículas entre 1 e 8 mm em PQ2 comparativamente a PQ1 e PQ3, que poderá dever-se à distância entre parques constituídos por grupos de vacas de similares produções de leite. A 200 m de distância de PQ1, a granulometria em PQ2 pode ser influenciada pela vibração causada no caminho irregular antes da distribuição da dieta (Yakimishyn, 2008), e pela acção contínua dos sem-fins horizontais do SRMDR que se encontram a processar a mistura enquanto o alimento é transportado entre parques. Pode assim haver alguma segregação na dieta, acumulando-se mais para o fundo do SRMDR as partículas de menor dimensão, que irão sair no PQ2, restando as de maior dimensão que só vão sair em PQ3, originando o aumento da proporção de partículas de maior dimensão. Alguns autores referem que quando o SRMDR é descarregado, alguma mistura poderá ficar alojado entre o fundo do vagão e o sem-fim (ou, sem-fins) (Herrman e Behnke 1994; Wilcox *et al.*, 2001), diminuindo a sua eficiência de mistura (Balsalobre, 2005), mas este facto deveria afectar mais a granulometria no início da percurso do que a meio.

Para prevenir, será necessário triturar/moer os ingredientes até tamanho uniforme, através da combinação ou aglomeração das partículas de diferentes tamanhos com gorduras ou melaços; partículas com diferentes formas e densidades devem estar concomitantemente aglomeradas (Yakimishyn, 2008). A construção de um parque próximo do PQ2 e PQ3, ou a melhoria do pavimento entre parques, poderia diminuir a incidência de divergências granulométricas entre parques.

Globalmente, as fracções da dieta completa nos diferentes crivos são de 2,94%, 20,44%, 72,72% e 3,97% para o crivo superior, intermédio, inferior e fundo, respectivamente. A percentagem média de partículas entre 1 a 8 mm é substancialmente superior à reportada por Heinrichs e Kononoff (2002) que sugerem variação de 30 a 50%. Pelo contrário, as fracções retidas no crivo de 8 mm (com partículas entre 8 a 19 mm) são inferiores às recomendadas, também 30 a 50%. As percentagens das fracções superiores a 19 mm e inferiores a 1 mm encontram-se dentro dos limites aconselhados.

V. Conclusões

A avaliação da homogeneidade da dieta completa apresentou os seguintes efeitos:

a) Composição química da dieta

Verificaram-se diferenças importantes entre a análise da composição dos alimentos e o referido nas tabelas de referência, pelo que se realça a importância da análise química dos alimentos de produção local.

O estudo da composição química ao longo dos parques e dias indica que existe homogeneidade desta, apesar de existir diferenças significativas no teor de MS e de ADL. Na realidade, trata-se de pequenas variações, sem significado prático. A introdução do repiso de tomate, poderá ter contribuir para este facto.

b) Granulometria da dieta

O estudo realizado demonstrou que a granulometria da dieta foi variável entre os diferentes dias de recolha das amostras, o que deverá ser consequência por variações nas operações de carregamento e processamento dos alimentos no SRMDR.

A diferença entre parques na granulometria da dieta foi reduzida, mas os resultados parecem sugerir que a meio do percurso percorrido pelo SRMDR poderá haver uma redução da dimensão das partículas distribuídas, para depois voltar a aumentar para último parque, no final do percurso.

De modo geral, a monitorização do tempo de mistura e de processamento das forragens, a limpeza do vagão do SRMDR, o controlo da velocidade de rotação dos sem-fins, e a permanência das vacas em parques equidistantes, com bons caminhos entre estes, poderá influenciar positivamente os resultados. Ficando assim por avaliar individualmente o efeito destes factores na distribuição do alimento.

Bibliografia

ALBRIGHT, J. L., 1993. Nutrition, feeding, and calves. *Journal of Dairy Science*, 76: 485-498.

ALLEN, M. S., 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *Journal of Dairy Science*, 74: 3063-3075.

ALLEN, M. S., 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *Journal of Dairy Science*, 80(7): 1447-1462.

AMARAL-PHILIPS, D. M., Hemken, R. W., Crist, W. L., 1997. More feed = more milk. Disponível em: <http://www.uky.edu/Ag/AnimalSciences/pubs/asc135.pdf>. Acesso em: 03/10/09.

AMARAL-PHILIPS, D. M., Bicudo, J. R., Turner, L. W., 2001. Managing the total mixed ration to prevent problems in dairy cows. Disponível em: <http://www.uky.edu/Ag/AnimalSciences/dairy/extension/nut00110.pdf>. Acesso em: 17/04/08.

AMARAL-PHILIPS, D. M., Bicudo, J. R., Turner, L. W., 2002. Feeding your dairy cows a total mixed ration: getting started. Disponível em: <http://www.uky.edu/Ag/AnimalSciences/dairy/extension/nut00108.pdf>. Acesso em: 17/04/08.

ANÓNIMO, 2007. Mixing and delivering feed. Disponível em: <http://www.dairyaustralia.com.au/~media/Documents/Farm/Feeding%20cows/Feeding%20Systems/Flexible%20Feeding%20Systems/Mixing%20and%20Delivering%20Feed.ashx>. Acesso em: 14/09/08.

BAILONI, I., Simonetto, A., Tagliapietra, F., Mantovani, R., 2006. Changes of particle size distribution and chemical composition of a hay-based ration offered once or twice daily to dairy cows. Italy, *Journal of animal Science*, Vol. 5, 9-17.

BACH, A. e Calsamiglia, S., 2006. La fibra en los ruminantes: ¿ química o física?. XXII Curso de especialización FEDNA, Barcelona. Disponível:

http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/100fibra_en_ruminantes.pdf. Acesso em: 28/12/08

BALCH, C. C., Balch, D. A., Bartlett, S., Bartrum, M. P., Johnson, V. W., Rowland, S. J., Turner, J., 1955. Studies of the Secretion of Milk of Low-Fat Content by Cows on Diets Low in Hay and High in Concentrates. VI. The Effect on the Physical and Biochemical Processes of the Reticulo-Rumen. *Journal of Dairy Research*, 22: 270.

BALSALOBRE, M. A., Graminha, C. V., Martins A. L. M., 2005. Confinamento de bovinos de corte qualidade de mistura em ração total. Informativo, direto do campo. Disponível em: http://www.bellman.com.br/artigos/dc_08.doc. Acesso em: 22/09/08.

BEAUCHEMIN, K. A., Yang, W. Z., Rode L. M., 2003. Effects of particle size of alfalfa based dairy cow diets on chewing activity, ruminal fermentation, and milk production. *Journal of Dairy Science*, 86: 630-643.

BEHNKE, K. C., 2005. Mixing and uniformity issues in ruminant. Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop. Disponível em: <http://128.118.11.160/dairynutrition/documents/behnekemixuniform.pdf>. Acesso em: 12/07/08.

BIANCHINI, W., Rodrigues, E. , Jorge, A. M. , Andrigheto, C. , 2007. Importância da fibra na nutrição de bovinos (Fiber importance on cattle nutrition) (Resumo). Disponível em: http://www.erevistas.csic.es/ficha_articulo.php?url=oai:www.veterinaria.org/revistas/redvet:8590&oai_iden=oai_revista68#. Acesso em: 03/05/09.

BIDE, R. W. e Dorward, W. J., 1975. Clinical chemistry of grain-fed cattle. II. Liver functions. *Journal of Animal Science*, 55: 23.

BLUNDON, T., 2002. Using a total mixed rations (TMR) for dairy cows. Publication AP063. Disponível em: <http://www.das.psu.edu/dairynutrition/documents/tmr.pdf> Acesso em: 15/07/08.

BOLAND, M. P., Lonergan, P., O'Callaghan, D., 2001. Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology, and oocyte and embryo development. *Theriogenology*, 55: 1323-1340.

BRENT, B. E., 1976. Relationship of acidosis to other feedlot ailments. *Journal of Animal Science*, 43: 930-935.

BROADWATER, N., 2002. Forage Fiber Length Analysis Study in Winona County. University of Minnesota Extension Service, Winona County. Disponível em: <http://www.ansci.umn.edu/dairy/dairydays/2002/broadwater.pdf>. Acesso em: 14/09/08.

BUCKMASTER, D. R., sem data. Tmr delivery and variability on the farm. Disponível em: <http://www.das.psu.edu/dairynutrition/documents/buckmastertmrvar.pdf>. Acesso em: 12/07/08.

CALBERRY, J. M., Plaizier, J. C., Einarson M. S., McBride, B. W. 2003. Replacing chopped alfalfa hay with alfalfa silage in a high barley concentrate total mixed ration. *Journal of Dairy Science*, 86 : 3611-3619.

CALSAMIGLIA, S., 2005. Manejo de la Preparación de la Ración y los Comederos. Disponível em: http://www.mouriscade.com/doc_ponencias/oct-2005/manejo_carro_unifeed.pdf. Acesso em: 14/05/08.

Campos, W. E., Borges, A. L. C. C., Saturinino, H. M., Silva, R. R., Sousa, B. M., Rogério, M. C. P., Borges, I., Rodríguez, N. M., 2007. Degradabilidade ruminal da fibra das frações do resíduo industrial de tomate. *Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia*, 59(1): 189-195.

CHASE, L. E., 1993. Developing Nutrition Programs for High Producing Dairy Herds. *Journal of Dairy Science*, 76: 3287-3293.

CLARK, J. H. e Davis, C. L., 1980. Some aspects of feeding high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 63: 873.

COSTA, M.S., 2003. Apontamentos da disciplina Animais Domésticos e Suas Aptidões - As bases biológicas das produções animais: A – Produção de leite, do curso de Engenharia Zootécnica, Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

CUNHA, L. A. L. F., 2007. Apontamentos da disciplina de Nutrição Animal do mestrado integrado em Engenharia Zootécnica, Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

DIRKSEN, G., Liebich, U., Mayer, E., 1985. Adaptive changes of the ruminal mucosa and their functional and clinical significance. *Bovine Practitioner*. 20:116.

DRACKLEY, J. K., 2001. Nutritional Management for Transition Dairy Cows. Disponível em: <http://www.txanc.org/proceedings/2001/NutritionalManagementTransitionCows.pdf>. Acesso: 07/08/09.

DUPCHARK, K., 1999. Fibre Requirements of Dairy Cows. Disponível em: <http://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/nutrition/bza09s05.html>. Acesso em: 03/05/09.

EASTRIDGE, M. L., 2006. Buckeye dairy news. Disponível em: <http://dairy.osu.edu/bdnews/v008iss05.htm>. Acesso em: 21/02/09.

FEDNA, 2003. Fedna de composición de alimentos y Normas de calidad (Tables). Disponível em: <http://www.etsia.upm.es/fedna/mainpageok.html>. Acesso em: 02/04/09.

FREITAS, A., 2008. Sistema de alimentação UNIFEED: Rações completas. Notícias Limousine, 17:33-36. Disponível em: http://www.dzoo.uevora.pt/index.php/dzoo/investigacao/artigos/sistema_de_alimentacao_uni_feed_racoes_completas. Acesso em: 07/07/08.

FROETSCHNER, J. R., 2005. Mixing: a detailed look at the factors that influence mix uniformity. Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop. Disponível em: <http://128.118.11.160/dairynutrition/documents/froetschnermixing.pdf>. Acesso em: 15/09/08.

FRONK, T. J., Schultz, L. H., Hardie, A. R., 1980. Effect of dry period over-conditioning on subsequent metabolic disorders and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 63: 1080.

GARCIA, A. e Kalscheur, K., 2005. Particle Size and Effective Fiber in Dairy Cow Diets. Cooperative Extension work. Disponível em: <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/ExEx4033.pdf>. Acesso em: 07/07/08.

GOMES, A. L., 1995. Alimentação das vacas leiteiras. Disponível em: <http://209.85.229.132/search?q=cache:11BCBMI5KDEJ:lms.esa.ipsantarem.pt/lms/file.php/65/alimvl95.doc+unifeed+dry+matter&hl=pt-PT&ct=clnk&cd=2&gl=pt>. Acesso em: 05/01/09.

GRANT, R. J. e Mertens, D. R., 2002. Development of Buffer Systems for pH Control and Evaluation of pH Effects on Fiber Digestion In Vitro. *Journal of Dairy Science*, Vol. 75 No. 6 1581-1587.

HARRIS J. B., 2003. The Importance of Fiber in Feeding Dairy Cattle. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/DS/DS06400.pdf>. Acesso em: 07/05/2008.

HEINRICHS, J., 1996. Evaluating particle size of forages and TMRs using the Penn State Particle Size Separator. DAS 96-20. Disponível em: <http://www.vetmed.wsu.edu/courses-jmgay/documents/oldparticle96201.pdf>. Acesso em: 09/07/08.

HEINRICHS, A. J., Buckmaster, D. R., Lammers, B. P., 1999. Processing, mixing, and particle size reduction of forages for dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 77: 180-186.

HEINRICHS, J. e Kononoff, P., 2002. Evaluating particle size of forages and TMRs using the new Penn State Forage Particle Separator. Disponível em: <http://www.vetmed.wsu.edu/courses-jmgay/documents/DAS02421.pdf>. Acesso em: 12/07/08

HERRMAN, T. e BEHNKE, K., 1994. Testing mixer performance. Disponível em: <http://www.oznet.ksu.edu/library/grsci2/MF1172.PDF>. Disponível em: 13/05/08.

HUTCHISON, C. F., 2005. Dry cow managemant. Disponível em: http://text.lsuagcenter.com/en/crops_livestock/livestock/dairy/Dry+Cows/Dry+Cow+Management.ht. Acesso em: 03/03/09.

ISHLER, V., Heinrichs, J., Varga, G., 1996. Feed to milk: understading rumen function. Willard Building: Penn State Cooperative Extension, 52 pp.

JACOBS, J. e Hargreaves, A., 2003. Feeding Dairy Cows, a manual for use in the Target 10 Nutrition Program. Third Edition. pp.264. Disponível em:

<http://www.dpi.vic.gov.au/web/root/domino/target10/T10Manuals.nsf/.../964c24172c644539ca256c8b001c>. Acesso em: 21/07/08.

JARRIGE, R., 1988. Alimentação dos bovinos, ovinos e caprinos. Coleção Euroagro. Publicações Europa-America, NRS Paris, 460 pp.

JASTER, E. H. e Murphy, M. R., 1983. Effects of varying particle size of forage on digestion and chewing behavior of dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 66: 802-810.

JERÓNIMO, E., 1998. Ingestão voluntária de alimentos. Disponível em: www.biorumen.net/Ficheiros/Ingestao%20Voluntaria.pdf. Acesso em: 08/06/2009.

JORDON, E. R., sem data. Managing mixing wagons for performance and health. Disponível em: www.anslab.iastate.edu/Class/AnS435X/Managing%20mixing%20wagons.pdf. Acesso em: 18/08/08.

KAMMEL, D. W., 1998. Design, selection and use of tmr mixers. Disponível em: <http://www.uwex.edu/ces/dairymod/feed/documents/DesignSelectionUseofTMRMixers.pdf>. Acesso em: 24/08/08.

KEOWN, J. F. e Kononoff, P. J., 2007. Feeding the Bovine Somatotropin (BST) Treated Dairy Cow. Disponível em: <http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/pages/publicationD.jsp?publicationId=747>. Acesso em: 25/08/08.

KERTZ, A. F., Reutzel, L. F., Thomson, G. M., 1991. Dry Matter Intake from Parturition to Midlactation. *Journal of Dairy Science*, 74: 2290-2295.

KIGGINS, C e Amaral-Phillips, D. M., 2005. Improving Dry Matter Intake. Disponível em: <http://www.uky.edu/Ag/AnimalSciences/dairy/extension/nut00087.pdf>. Acesso em: 03/05/09.

KOLVER, E., (sem data). Nutrition guidelines for the high producing dairy cow. Disponível em: <http://www.dairynz.co.nz/file/fileid/617>. Acesso em: 19/04/08.

KNOWLTON, K. F. e Nelson, J. M., 2003. World of dairy cattle nutrition. Holstein Foundation. 41 pp. Disponível em :

<http://www.holsteinfoundation.org/pdf/f2171DairyCattleNutrition2003.pdf>. Acesso em: 14/04/08.

KONONOFF, P.J. e Heinrichs, A. J., 2003. The effect of reducing alfalfa haylage particle size on cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 86(4): 1445-57.

KONONOFF, P. J., Heinrichs, A. J. e Buckmaster, D. R., 2003. Modification of the penn state forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. *Journal of Dairy Science*, 86: 1858–1863.

KONONOFF, P. J., 2005. Understanding effective fiber in rations for dairy cattle. University of Nebraska IANR, G1587. Disponível em www.ianrpubs.unl.edu/epublic/live/g1587/build/g1587.pdf. Acesso em: 09/08/08.

KONONOFF, P. J., Grant, R. J. e Keown, J. F., 2006. Nutritional Management of the High-producing dairy cow in the 21st Century. Disponível em: www.ianrpubs.unl.edu/epublic/pages/publicationD.jsp?publicationId=550. Acesso em: 19/06/08.

KUNG, L., 2005. The Role of Fiber in Ruminant Ration Formulation. Disponível em: http://ag.udel.edu/anfs/faculty/Kung/articles/role_of_fiber_in_ruminant_ration.htm. Acesso em: 05/05/09.

LAHR, D. A., Otterby, D. E., Johnson, D. G., Linn, J. G. e Lundquist, R. G., 1983. Effects of Moisture Content of Complete Diets on Feed Intake and Milk Production by Cows. *Journal of Dairy Science*, 66: 1891-1900.

LAMMERS, B. P., Buckmaster D. R., Heinrichs A. J., 1996. A simplified method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*, 79: 922-928.

LAMMERS, B. P., Heinrichs, A. J., Ishler, V. A., 2001. Use of total mixed rations (TMR) for dairy cows. Disponível em: www.das.psu.edu/dairynutrition/documents/tmr.pdf. Acesso em: 13/08/08.

LARDY, G., 1999. Feeding management for backgrounders. Disponível em: <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/beef/as1158w.htm>. Acesso em: 13/08/08.

LINN, J. G., Hutjens, M. F., Shaver, R., Otterby, D. E., Howard, W. T. e Kilmer, L. H., 2002. Disponível em: <http://www.extension.umn.edu/distribution/livestocksystems/components/DI0469-05.html>. Acesso em: 01/05/08.

LINN, J., 2005. TMR feeding management guide. Disponível em: www.extension.umn.edu/dairy/Publications/TMR_Guide-Linn_2005.pdf. Acesso em: 12/05/08.

MAEKAWA, M., Beauchemin, K. A., Christensen, D. A., 2002. Chewing Activity, Saliva Production, and Ruminal pH of Primiparous and Multiparous Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, Vol. 85 No. 5 1176-1182.

MCNAMARA, J. P., 1991. Regulation of adipose tissue metabolism on support of lactation. *Journal of Dairy Science*, 74: 706-719.

MERTENS, D. R., 1997. Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 80: 1463-1481.

MERTENS, D. R., 2002. Challenges in measuring insoluble dietary fiber. *Journal of Animal Science*, 81: 3233-3249.

MORROW, D. A., 1976. Fat cow syndrome. *Journal of Dairy Science*, 59: 1625.

MURPHY, M. R., e Zhu, J. S., 1997. A comparison of methods to analyze particle size as applied to alfalfa hay, corn silage, and concentrate mix. *Journal of Dairy Science*, 80: 2932-2938.

MUSTAFA, A., 2003. Dairy cattle production. Disponível em: <http://animsci.agrenv.mcgill.ca/courses/450/>. Acesso em: 04/12/09

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Edition. National Academy of Sciences, Washington D.C., 267 pp.

NEITZ, M. H. e Dugmore, T. J., 2005. Total mixed rations for dairy cattle. Disponível em: <http://agriculture.kzntl.gov.za/portal/AgricPublications/ProductionGuidelines/DairyinginKwaZuluNatal/TotalMixedRationsforDairyCattle/tabid/254/Default.aspx>. Acesso em: 31/08/08.

NOCEK, J. E. e Kesler, E. M., 1980. Growth and rumen characteristics of holstein steers fed pelleted or conventional diets. *Journal of Dairy Science*, 63: 249.

NUNES, A. F., 2004. Leite mecanismos de produção. Fenelac, 240 pp.

OETZEL, G. R., 2001. Application of forage particle length determination in dairy practice. *Food Animal S31*, Vol. 23, Nº 3.

ONDARZA, M. B., 2003. Total mixed rations. Disponível em: http://www.milkproduction.com/Library/Articles/Total_Mixed_Rations.htm. Acesso em: 16/06/08.

OWENS, F., Secrist, D., Hill, W., Gill, D., 1998. Acidosis in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, 76: 275–86.

PALMQUIST, D. L., 1998. Why Is It Important to Know How Feeding Alters the Fatty Acid Content of Milk?, Tri-State Dairy Nutrition Conference, Eastridge M.L., 238 pp. Disponível em: <http://tristatedairy.osu.edu/1998Proceedings.pdf>. Acesso em: 16/08/08.

RUSSELL, J. B., Sharp, W. M., Baldwin, R. L., 1979. The effects of pH on maximum bacterial growth rate and its possible role as a determinant of bacterial competition in the rumen. *Journal of Animal Science*, 48: 251-255.

SAUVANT, D., 2000. Granulométrie des rations et nutrition du ruminant. *INRA Productions Animales*, 13 (2), 99-108.

SHAVER, R. D., 1996. Careful weighing and mixing a must for TMR's. *Hoard's Dairyman*, May 25, pp. 401.

SILVA, M. M. M. F., 2003. Apontamentos da disciplina Produção Bovina do curso de Engenharia Zootécnica, Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Técnica de Lisboa.

SNOWDON, M., 1991. Total mixed rations for dairy cattle. Disponível em: <http://www.gnb.ca/0170/01700007-e.asp>. Acesso em: 04/06/08.

SOARES, M. C., 1998. Digestão microbiana no rúmen. III Curso Sanipec – Nutrição de ruminantes. Lisboa, 50 pp.

STOKES, S. R., 1997. Particle size and ration uniformity: it is Important to the cow? Disponível em: <http://www.wcds.afns.ualberta.ca/Proceedings/1997/ch20-97.htm>. Acesso em: 24/07/08.

SUDWEEKS, E. M., Ely, L. O., Mertens, D. R., Sisk, L. R., 1981. Assessing Minimum Amounts and Form of Roughages in Ruminant Diets: Roughage Value Index System. *Journal of Animal Science*, 53: 1406-1411.

SUDWEEKS, E. M., Ely, L. O., Sisk, L. R., 1980. Effect of intake on chewing activity of steers. *Journal of Dairy Science*, 63: 152.

TRINACTY, J., Simek, M., Zeman, L., Harazim, J., 1999. Passage of large plastic particles through the digestive tract of lactating and dry cows. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 8: 263-272.

TYRRELL, H. F., 1980. Limits to milk production efficiency by the dairy cow. *Journal of Animal Science*, Savoy, 51: 1441-1447.

VAN SOEST, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A., 1991. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle, Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.

WILCOX, R., Kilmer, L., Curran, B., Firth, J., Boyd, L., 2001. Residue Avoidance Program. Iowa State University. Disponível em: <http://www.extension.iastate.edu/Publications/RAPM1.pdf>. Acesso em: 14/01/09.

WOODFORD, S. T. e., Murphy, M. R., 1988. Effect of Forage Physical Form on Chewing Activity, Dry Matter Intake, and Rumen Function of Dairy Cows in Early Lactation. *Journal of Dairy Science*, 71: 674-686.

YAKIMISHYN, 2008. Facilities and Environment: Feeding Systems. Disponível em: [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/beef11761](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/beef11761). Acesso em: 31/08/08.

YANG, W. Z., Beauchemin, K. A., Rode, L. A., 2001. Effects of grain processing, forage to concentrate ration, and forage particle size on rumen pH and digestion by dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 84: 2203-2216.

Anexo

Anexo 1

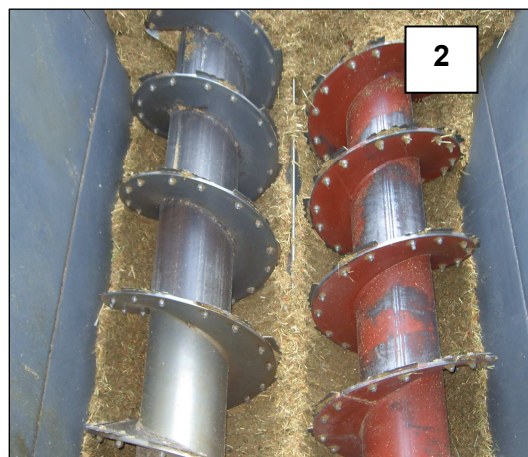



Figura 1 e 2 – Interior do vagão do SRMDR com 2 sem-fins de eixo horizontal antes do carregamento e processamento da dieta completa.

Anexo 2

Análise nutricional otimizada pela Nutritécnica – Nova Técnica de Nutrição, Lda.



Nutritécnica
Nova Técnica de Nutrição, Lda.

09/09/08

ANÁLISIS NUTRICIONAL OPTIMIZADO

Pag.... 1

Fecha.. 01-09-2008

Cliente : 40 - FONTE LEITE, SA

Ración : 1 - VL LACTAÇÃO 010908

Cod.	Nombre	Precio	Kg/animal/día		% de MF
			MF	MS	
2245	SIL. MILHO CR MADURO (40MS44a)	45,00	16,00	6,24	37,30
1974	PULPA TOMATE (27 MS) FL	5,00	12,00	3,30	27,97
C79612	FLEITE B-321 010908	289,91	11,10	9,90	25,87
4415	FENO LUZERNA 19/25	160,00	3,800	3,42	8,86
Consumo de MF (Kg)		42,90			
Consumo de MS (Kg)		22,86			

Nombre	Unid.	Aporta	% M
Materia fresca	Kg	42,900	1,000
Materia seca	Kg	22,861	53,288
Humedad	Kg	20,039	46,712
E Neta leche (Mcal)	Mcal/s	37,707	1,649
Proteína bruta	kg	3,968	17,355
Fibra Bruta	kg	3,859	16,882
Grasa bruta	kg	1,391	6,084
Calcio	kg	,222	,972
Fósforo	kg	,085	,373
Cenizas	kg	1,552	6,788